



**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ
НАУКИ**

**ИНСТИТУТ ЗА ГРАДЕЖНИШТВО
ШТИП**

Кчев Благој

**„Пластични деформации на
флексибилните коловозни конструкции
на површини со посебен режим на
сообраќај во Град Скопје“**

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД -

Комисија за оценка и одбрана

Ментор: д-р Горан Мијоски
Доцент, ГФ - Универзитет „Свети Кирил и Методиј“—Скопје и
надвор. соработник на ФПТН – Универзитет „Гоце Делчев“ -
Штип

Член д-р _____.
Професор, ФПТН – Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Член д-р _____.
Професор, ФПТН – Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Членови на комисија за оценка и одбрана:

Претседател д-р _____.
Професор, ФПТН – Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Член д-р Горан Мијоски
Доцент, ГФ - Универзитет „Свети Кирил и Методиј“ –Скопје и
надвор. соработник на ФПТН – Универзитет „Гоце Делчев“ -
Штип

Член д-р _____.
Професор, ФПТН – Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип

Научно поле: Градежништво и водостопанство

Научна област: Градежништво - Патишта

Датум на одбрана: _____

Датум на промоција: _____

Благодарност и посвета

Искрена благодарност до менторот доц. д-р Горан Мијоски, кој ме водеше за време на пишувањето на овој труд. Му благодарам за многубројните совети, идеи, поддршката и мотивацијата во текот на целиот процес на изработка.

Благодарност до деканот, професорите и асистентите на ФПТН, како и до студентските служби на Универзитетот „Гоце Делчев“ – Штип, за помошта која ми ја пружија во текот на постдипломските студии.

Благодарност и до проф. д-р Орхан Авдовиќ кој исто така несебично даде свој придонес со своите совети и идеи при пишувањето на овој труд.

Особена благодарност до сите компании, службите при Градот Скопје и Општина Гази Баба, кои имаа желба и одвоија време да ми помогнат во процесот на истражување за потребите на овој труд.

Магистерскиов труд го посветувам на моето семејство, во знак на благодарност за поддршката што ми ја даваше во текот на неговата изработка.

Благој Кчев

Рецензирани и објавени трудови

- Наслов на трудот:

„ПЛАСТИЧНИ ДЕФОРМАЦИИ НА ФЛЕКСИБИЛНИТЕ КОЛОВОЗНИ КОНСТРУКЦИИ НА ПОВРШНИ СО ПОСЕБЕН РЕЖИМ НА СООБРАЌАЈ ВО СКОПЈЕ“

- Краток извадок:

За учесниците во патниот сообраќај рамноста на патот е од посебен интерес и една од првите карактеристики – особености на патот кои ги забележуваат. Рамноста на коловозната површина претставува еден од главните индикатори за оценување на состојбата на коловозите со кои се определуваат нивните возни својства. Разликуваме надолжна и попречна рамност на возните површини. Деформациите кои се појавуваат на коловозната површина, најчесто се предизвикани поради големото сообраќајно оптоварување, движењето на тешки товарни возила, неадекватно избрана и димензионирана структура на коловозната конструкција, од квалитетот на материјалите од кои е изградена, како и од квалитетот на изведување на градежните работи.

- Клучни зборови:

Коловозна конструкција, возна површина, надолжна и попречна рамност, ИРИ, длабочина на колотраг.

➤ Title:
„PLASTIC DEFORMATION OF THE FLEXIBLE PAVEMENT
STRUCTURES ON PAVEMENT SURFACES WITH SPECIAL TRAFFIC
MODE IN SKOPJE”

➤ Abstract:
For road users unevenness of the pavement surfaces is of special interest and is one of the first features of the road we perceive. Roughness of the pavement surface is one of the main indicators for evaluation of the pavement condition and its driving characteristics. There are two kinds of roughness – transversal and longitudinal. Heavy traffic load, poor dimensional pavement structure, quality of the used materials and quality of the construction work are main reasons for pavement surface deformation

➤ Key Words:
Pavement structure, pavement surface, longitudinal and transversal roughness, IRI, rut depth

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	12
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА	13
2.1. Состојба на сообраќајот	13
2.2. Значење на состојбата на коловозната конструкција врз сообраќајните трошоци	16
2.3. Влијанија кои предизвикуваат оштетување на коловозната конструкција	21
2.3.1 Влијание на сообраќајот	21
2.3.2 Влијание на климата	24
2.4. Видови оштетувања на коловозот	30
2.5. Битумен - како врзно средство во асфалтните мешавини	33
2.6. Подобрување на битуменот	38
2.7. Полимери – полимер битумени	40
2.8. Компатибилност на полимер со битумен	44
2.9. Фазна сепарација на полимер битумени	45
2.10. Методи за испитување на полимер битумени	53
3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕ	57
4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКИ РАБОТИ	62
4.1. Вршени мерења во 2008 г. (нулто мерење)	64
4.2. Вршени мерења во 2014 г. (нови мерења)	68
5. РЕЗУЛТАТИ	75
5.1. Оцена на мерење на рамност во 2008 г. (нулто мерење)	76
5.2. Оцена на мерење на рамност во 2014 г. (нова состојба)	83
6. ДИСКУСИЈА	90
7. ЗАКЛУЧОК	96
8. ПРИЛОЗИ	98
8.1. Фотографии од сегашната состојба на крстосницата „Момин поток“	99
8.2. Извршени мерења на надолжна рамност	103
8.3. Извештај за квалитет на произведена и вградена асфалтна мешавина и измерена рамност на асфалтната конструкција	114
9. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	130

Листа на Табели

Табела 1.	Односи на пооделни видови трошоци	13
Табела 2.	Услови кои мора да ги задоволуваат битумените	31, 32
Табела 3.	Типови на полимери	38
Табела 4.	Точка на размекнување на полимер битумен пред и по чување три дена на температура од 180 °C	41
Табела 5.	Искористени материјали	42
Табела 6.	Искористени симболи (кодирање)	42
Табела 7.	Реолошки карактеристики на ПМБ пред и по чување три дена на температура од 180°C	46
Табела 8.	Мерена попречна рамност	60
Табела 9.	Мерена попречна рамност	62
Табела 10.	Мерена попречна рамност	63
Табела 11.	Мерење на попречна рамност	67
Табела 12.	Мерење на попречна рамност	68
Табела 13.	Мерење на попречна рамност	69
Табела 14.	Гранични вредности на длабочина на задршка на вода (hm) и (hsm) во колотразите	70
Табела 15.	Оценка на состојбата на попречната рамност на коловозната површина	71
Табела 16.	Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев” секција 1 (профил 0 - 15)	72
Табела 17.	Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев” секција 2 (профил 16 - 33)	74
Табела 18.	Резултати од извршените мерења на бул. „8 ^{ми} Септември” секција 1 (профил 0 - 16)	76
Табела 19.	Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев” секција 1 (профил 0 - 15)	78
Табела 20.	Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев” секција 2 (профил 16 - 33)	80
Табела 21.	Резултати од извршените мерења на бул. „8 ^{ми} Септември” секција 1 (профил 0 - 16)	82

Табела 22.	Мерена надолжна рамност	98
Табела 23.	Мерена надолжна рамност	99
Табела 24.	Мерена надолжна рамност	100
Табела 25.	Мерење на надолжна рамност	101
Табела 26.	Мерење на надолжна рамност	102
Табела 27.	Мерење на надолжна рамност	103
Табела 28.	Мерење на надолжна рамност	104, 105
Табела 29.	Мерење на надолжна рамност	106, 107

Листа на слики

Слика 1.	Сообраќајница изложена на голем интензитет на сообраќај	8
Слика 2.	Сообраќајница со голем интензитет на сообраќај во Скопје.....	9
Слика 3.	Крстосница „Момин поток“	9
Слика 4.	Крстосница „Момин поток“	9
Слика 5.	Учество на трошоците на експлоатација во вкупните трошоци на сообраќајот.....	13
Слика 6.	Вкупни трошоци и нивна споредба со трошоците за изградба и одржување	14
Слика 7.	Промена на трошоците на корисниците во однос на состојбата на коловозот.....	15
Слика 8.	Шема на механичко однесување на флексибилни коловозни конструкции при сообраќајно оптоварување.....	19
Слика 9.	Движење на температурата низ коловозната конструкција.....	21
Слика 10.	Температурен градиент во 4:00h и во 14:00h.....	22
Слика 11.	Реолошки модел на состојбата на асфалтната мешавина	23
Слика 12.	Промена на модулот на крутост во зависност од температурата.	23
Слика 13.	Можност за присуство на вода во зоната на коловозната конструкција	24
Слика 14.	Типичен резултат на животниот век на флексибилните коловозни конструкции	26
Слика 15.	Карактеристични температури при дестилација на нафта	30
Слика 16.	Промена на основни карактеристики на битумен со додаток на SBS-полимер	37
Слика 17.	Флуоресцентна фотомикрографија ја докажува фазната сепарација на два различни типа на битумен	43
Слика 18.	Влијание на количеството на полимер врз фазната сепарација на ПМБ „В“	44
Слика 19.	Влијание на времето на чување и температурата врз фазната сепарација кај PMB-AL9	44

Слика 20.	Зависност на типот и потеклото на битуменот и количеството / структурата на полимерот врз индексот на сепарација на модифицираниот битумен	47
Слика 21.	Однос меѓу индексот на сепарација и количеството на битумен.....	47
Слика 22.	Макролокација на крстосница „Момин поток“ Скопје	53
Слика 23.	Микролокација на крстосница „Момин поток“ Скопје	53
Слика 24.	Крстосница „Момин поток“	54
Слика 25.	Сообраќајно решение за крстосница „Момин поток“ - Скопје	55
Слика 26.	Попречни профили на крстосница „Момин поток“ – Скопје	56
Слика 27.	Мерна летва од 4m	57
Слика 28.	Планограф	58
Слика 29.	Обнова на старите профили	63
Слика 30.	Обнова на бележењето	63
Слика 31.	Регулирање на сообраќајот	64
Слика 32.	Регулирање на сообраќајот	64
Слика 33.	Регулирање на сообраќајот	64
Слика 34.	Регулирање на сообраќајот	64
Слика 35.	Мали колотрази	64
Слика 36.	Поизразени колотрази	64
Слика 37.	Мерење на попречна рамност на брза лента	65
Слика 38.	Мерење на попречна рамност	65
Слика 39.	Мерење на попречна рамност	65
Слика 40.	Мерење во крстосницата	65
Слика 41.	Мерење на надолжна рамност со летва	65
Слика 42.	Мерење на надолжна рамност со летва..	65
Слика 43.	Мерење на надолжна рамност со планограф	66
Слика 44.	Мерење на надолжна рамност со планограф	66
Слика 45.	Контрола на измерените податоци	66
Слика 46.	Отчитување на податоците	66
Слика 47.	Приказ на измерената длабочина на колотразите	72
Слика 48.	Приказ на колотразите во надолжна насока	73
Слика 49.	Оцена на состојбата	73
Слика 50.	Приказ на измерената длабочина на колотразите	74

Слика 51.	Приказ на колотразите во надолжен смер	75
Слика 52.	Оцена на состојбата	75
Слика 53.	Приказ на измерената длабочина на колотразите	76
Слика 54.	Приказ на колотразите во надолжна насока	77
Слика 55.	Оцена на состојбата	77
Слика 56.	Приказ на измерената длабочина на колотразите	79
Слика 57.	Приказ на колотразите во надолжна насока	79
Слика 58.	Оцена на состојбата	80
Слика 59.	Приказ на измерената длабочина на колотразите	81
Слика 60.	Приказ на колотразите во надолжна насока	81
Слика 61.	Оцена на состојбата	82
Слика 62.	Приказ на измерената длабочина на колотразите	83
Слика 63.	Приказ на колотразите во надолжна насока	83
Слика 64.	Оцена на состојбата	84
Слика 65.	Длабочина на колотразите во однос на времето	86
Слика 66.	Машина за тест со движење на тркала	89

1. ВОВЕД

Со зголемување на сообраќајот и сообраќајното оптоварување се појавуваат услови за оштетување на коловозната конструкција на сообраќајниците, а особено кај сообраќајниците со посебен режим на сообраќај. Промената на климатските услови (лето со високи температури и зима со многу ниски температури), исто така се битен фактор врз трајноста на употребливоста на коловозната конструкција. Оштетената коловозната конструкција предизвикува зголемување на експлоатационите трошоци, намалување на комфорот при патување и го зголемува ризикот од сообраќајни несреќи.

Во оваа магистерска работа, најпрво е продискутирано за односот, оштетен коловоз – зголемување на експлоатационите трошоци и констатирано е дека квалитетот на коловозната конструкција е од големо значење за намалување на овие трошоци.

Потоа, подетално се разгледани причините кои доведуваат до оштетување на коловозната конструкција, како и карактеристиките на материјалите што се вградуваат во коловозната конструкција. Направена е детална анализа на влијанието на: рецептурата, времето на вградување, временскиот период од денот на вградување, зголеменото сообраќајно оптоварување на коловозните конструкции.

По константираните деформации и оштетувања на крстосницата „Момин Поток“, во 2008 година проектирана и извршена е рехабилитација и се извршени нулти мерења. По изминатиот експлоатационен период од 6 години во 2014 година се извршени повторни мерења на рамноста и е извршена компарација на двете состојби – мерења, а се презентирани и резултатите (нумерички и графички).

На крајот, во рамките на оваа магистерска работа во прилог се дадени фотографии на оштетувања на коловозите од разгледуваната крстосница, од чии фотографии се гледа моменталната состојба на крстосницата во однос на оштетувањето на коловозната површина и сообраќајното оптоварување на истата.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

2.1. Состојба на сообраќајот

Во последните три декади имаме перманентно зголемување на сообраќајот. Статистичките податоци покажуваат дека растот на патничкиот и товарниот сообраќај е поголем од растот на населението и бруто националниот доход во сите земји во развој. Овој пораст е најизразен во патниот сообраќај и е во тенденција на зголемување. Според студијата на Светската банка (The World Bank, Washington), бројот на автомобили во светот ќе се зголеми од 557 милиони возила во 1989 година, 745 милиони во 2000 година на 890 милиони возила до крајот на 2015 година. Според истиот извор, се очекува во земјите на развој (од Средна и Источна Европа) товарниот камионски превоз да се зголеми дури трикратно. [24] Спредено со претходно според Бирото за статистики во превозот во САД, се регистрирани 254 милиони во 2007^{ма} година, и тоа од нив само околу 135 милиони се патнички возила (Bureau of Transportation Statistics, US, 2009). [25]



Слика1. Сообраќајница изложена на голем интензитет на сообраќај
Figure1. Roads exposed to high intensity of traffic

Во земјите на Европската унија состојбата е слична, се предвидува дека сообраќајот на товарни возила ќе се зголеми за 66%, од 1,706 билиони тони-километар во 2005 на 2,824 билиони тони-на километар во 2030 година (Mantzor and Capros, 2006). Исто така, во 2005^{та} забележан е зголемен број на

интернационален транспорт на добра, околу 435 билиони тони-километар (European Commission, 2007). На претходната слика е даден пример на сообраќајници од светските метрополи, изложени на голем интензитет на сообраќај. (сл.1) [26]

На следната слика (сл. 2) е даден пример на сообраќајница со голем интензитет на оптоварување во центарот градот Скопје. [17]



Слика 2. Сообраќајница со голем интензитет на сообраќај во Скопје
Figure 2. Roads with high intensity of traffic in Skopje [17]

Приказ на голем интензитет на сообраќај на разгледувана крстосница „Момин поток“ Скопје, е прикажан на следните слики. (сл. 3, сл. 4) [17]



Слика 3. Крстосница „Момин Поток“
Figure 3. The Crossroad „Momin Potok“



Слика 4. Крстосница „Момин Поток“
Figure 4. The Crossroad „Momin Potok“

Од друга страна со наголемување и пораст на интензитетот на сообраќајот и специфичното осовинско оптоварување се појавуваат услови за оштетување на коловозната конструкција на патиштата.

Освен сообраќајот големо влијание врз трајноста и употребливоста на коловозната конструкција има климата, природната средина, како и носивоста во постелката. Под влијание на наведените надворешни чинители се јавуваат оштетувања на коловозната конструкција, кои понатаму предизвикуваат зголемување на експлоатационите трошоци, намалување на удобноста на патување, а воедно го зголемуваат и ризикот од сообраќајни несреќи.

Места изложени на многу тешко сообраќајно оптоварување се:

➤ Градските сообраќајници

- Автобуски стојалишта,
- Крстосници,
- Сообраќајни патеки наменети за движење на возила со големи осовински оптоварувања.

➤ Автопатишта и патишта со тешко оптоварување

- Патеки за бавни возила,
- Делници со поголем наклон,
- Површини околу наплатни рампи.

➤ Аеродроми

- Полетно – Слетни патеки,
- Рулна патеки,
- Работни и стоечки површини.

На претходно наведените места станува збор за многу тешко сообраќајно оптоварување, а целта на оваа магистерска теза е да го проучи влијанието на многу тешкото сообраќајно оптоварување на градски сообраќајници, со посебен режим на сообраќајот (крстосница со семафорско регулирање на сообраќајот).

Кога се дискутира за оштетување на коловозот битно е малку подетално да се разгледа соодносот: оштетување на коловозната конструкција – зголемени експлоатациони трошоци.

Од самиот ден на предавање на патиштата во експлоатација, започнува процесот на оштетување и деформирање на коловозната конструкција, како последици на внатрешни и надворешни фактори на оштетување.

Оштетувањето е резултат на квалитетот на изградената конструкција, која со тек на време ја намалува нејзината резистентност на појава на оштетувања и деформации во вид на прснатини, а особено пластични деформации во вид на колотрази.

Доколку процеси се одвиваат доволно долго, тие ќе предизвикаат оштетувања - акумулација на деформации и на крај, лом на целокупната структура на коловозната конструкција. За период додека трае процесот на оштетување на коловозната конструкција, па сè до крајната деградација на коловозната конструкција, сообраќајот се одвива со сè помала брзина, брзина прилагодена на барањата за стабилност на возилата и за безбедно и удобно возење. Како се зголемуваат оштетувањата на коловозната конструкција така се намалува брзината на возење, а се зголемуваат оштетувањата на возилата. [9,15]

2.2. Значење на состојбата на коловозната конструкција врз сообраќајните трошоци

При анализа на трошоците, се користи поделбата на два дела:

- Трошоци на државата
 - Трошоци за изградба,
 - Трошоци за одржување и
 - Трошоци за рехабилитација на патиштата.
- Трошоци на корисниците на патиштата
 - Директни и
 - Индиректни.

Овие два типа трошоци се битни при избор на систем за управување со патна мрежа. [9, 15]

Трошоците на корисниците на патиштата претставуваат дел од вкупните трошоци кои паѓаат на товар на самите корисници. Овие трошоци ги делиме на две основни подгрупи:

- Трошоци на време (изразени преку времето потребно (потрошено) при патување),
- Трошоци на експлоатација на возилата (поточно трошоци за гориво, моторно масло, резервни делови, одржување на возилата и др.).

На Светскиот конгрес за патишта (AIPCR) одржан во Брисел 1989 година земајќи ги предвид трошоците, тие условно се класифицираат на:

- Финансиски трошоци (трошоци за купување и експлоатација на возилото),
- Трошоци кои не се директно финансиски, но можат да се изразат со финансиски вредности (воглавно се однесуваат на времето на возење. Овие трошоци во денешно време релативно лесно може да ги претставиме како финансиска вредност. Овој тип трошоци имаат најголемо значење во системите на управување затоа што заземаат голем процент од вкупните трошоци. Ако со одредена техничка интервенција на патот ние успееме да го намалиме времето на возење фактички ние ги намалуваме трошоците – што ни е и крајна цел),
- Трошоци кои не се директно изразени финансиски (се однесуваат на трошоците за намалување или зголемување на безбедноста),
- Трошоци кои не можат да се изразат со финансиски показатели (се однесува на придонесот во економскиот развој на поедини региони).

Со детално проучување на карактеристиките на сите трошоци и со примена на соодветни мерки и елиминирајќи ги сите причини кои влијаат негативно ние можеме да влијаеме кон намалување на вкупните трошоци или практично кажано да се пронајде соодветен модел за управување со патиштата, модел кој ќе ги оптимизира трошоците.

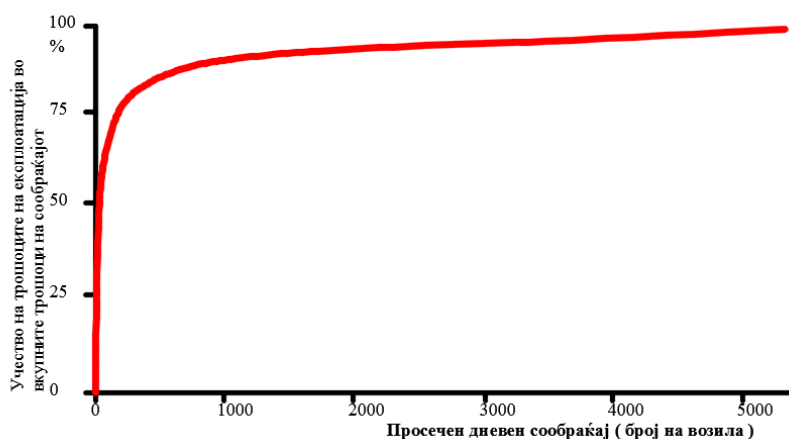
На следната табела (таб. 1) се прикажани, во различни земји односите на пооделни видови трошоци кои ја сочинуваат групата корисници на патиштата. [9, 15]

Табела1. Односи на пооделни видови трошоци

Table1. Relationship of certain type of costs

	Франција/ France	Финска/ Finland	Шведска/ Sweden
Трошоци на време на возење / Driving time expenses	55%	23%	34%
Трошоци на експлоатација на возилата/ Vehicle exploitation expenses	36%	72%	48%
Трошоци на сообраќајни несреќи/ Traffic accidents expenses	9%	5%	18%

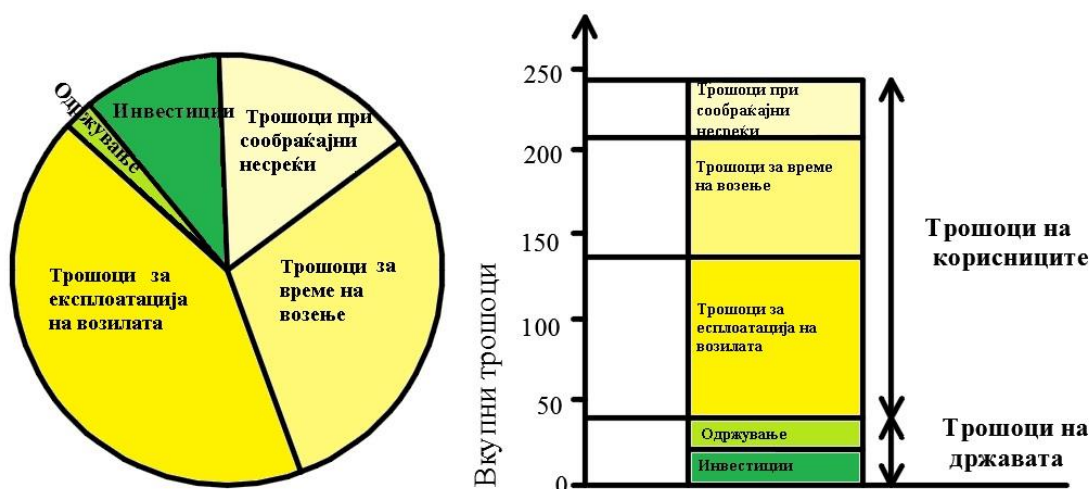
Според истражувањата на Светска банка најголема компонента од висината и распределбата на трошоците во рамките на целокупниот животен век на патот, се всушност трошоците на користење на возилата. Тоа најдобро може да се види од следниот графикон (сл.5). [9,15]



Слика 5. Учество на трошоците на експлоатација во вкупните трошоци на сообраќајот

Figure 5. Participation costs of exploitation in the total cost of traffic

При истражување за распределба на одделните трошоци во однос на вкупните трошоци во Шведска, добиени се резултатите прикажани на слика 6 [8, 9,15].



Слика 6. Вкупни трошоци и нивна споредба со трошоците за изградба и одржување

Figure 6. Total costs and their comparison with the cost of construction and maintenance

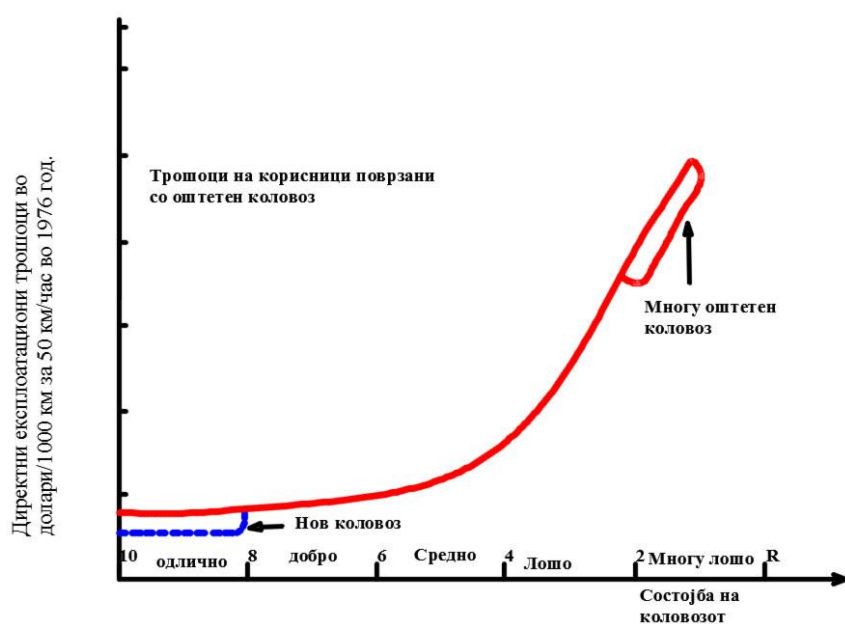
Од претходните примери може да се констатира следново:

- Трошоците за изведба на работите за изградба, одржување и рехабилитација на патиштата претставуваат мал процент во однос на вкупните трошоци на патните транспортни системи
- Во вкупните трошоци на патните транспортни системи најголем дел имаат трошоците на експлоатација и поседување на моторни возила

Како важен заклучок може да се каже следното: Трошоците на експлоатација во голема мерка зависат од состојбата на површината на коловозот. Значи: со мала заштеда во трошоците за одржување на коловозот може да се добие голема загуба во експлоатационите трошоци и обратно, со релативно мало зголемување на финансиските средства за одржување и

рехабилитација на коловозот може да се добие голема заштеда во трошоците за експлоатација, што е многу битно ако се земе глобално како крајна цел.

Врз основа на горе кажаното многу важно е да се прикажат разликите во висината на трошоците на корисниците кои се остваруваат на коловоз во добра состојба и коловоз во лоша состојба (оштетен коловоз). Разликата на овие вредности може да биде добра основа за носење одлуки за одржување на коловозната конструкција. Како добар практичен пример даден е следниот дијаграм на слика 7, кој ни прикажува промена на трошоците на корисникот во однос на оштетувањата на коловозната конструкција во Канада (при брзина од 50 km/h). [8, 9,15]



Слика 7. Промена на трошоците на корисниците во однос на состојбата на коловозот

Figure 7. Changing the cost of users regarding the state of the road

Од дијаграмот лесно може да се пресмета дека за вкупно поминати 20.000 km трошоците од 960 \$ (САД долари) за коловоз во добра состојба се зголемува на 1.920 \$ (САД долари) за оштетен коловоз. Разликата меѓу двете вредности е 960 \$ (САД долари) која помножена со 5.000 возила дава вредност од 4.800.000\$ (САД долари) заштедени средства.

2.3. Влијанија кои предизвикуваат оштетување на коловозната конструкција

Како што може да се забележи од претходното, оштетувањата на коловозната конструкција во голема мерка влијаат врз зголемување на трошоците на корисниците, а со тоа и на вкупните трошоци на патните транспортни системи. Затоа, многу е значајно да се проучи карактерот и причините за создавање на оштетувањата на коловозната конструкција за успешно да се намали или елиминира нивната појава.

Оштетувањата на коловозната конструкција и промената на носивите карактеристики се последица на промените кои се случуваат во коловозниот застор или во самата структура на коловозната конструкција (во носивите слоеви или во постелката). Намалувањето на квалитетот на возната површина (намалување на носивоста на коловозната конструкција) се забележува на нејзината површина во вид на различни оштетувања. Појавата и развојот на оштетувањата зависат од повеќе фактори меѓу кои најважни се:

- Сообраќајно оптоварување.
- Климатските услови.
- Состојба и квалитет на вградените материјали.
- Квалитет на изградба и др.

2.3.1 Влијание на сообраќајот

При анализа на влијание на сообраќајното оптоварување врз коловозната конструкција не би требало да се користи теоријата на гранична рамнотежна состојба, која се применува за пресметка на стабилност на други инженерски конструкции, туку треба да се работи со теорија на еластичност, бидејќи таа успешно го објаснува механичкото однесување на коловозната конструкција. Разликата меѓу двете теории се однесува на видот на оптоварување, при што кај коловозите конструкции постојаните напрегања се значително мали или приближно еднакви на напоните на подвижниот товар (сообраќајно

оптеретување). Со примена на теоријата на еластичност до погрешен заклучок за бесконечната трајност на коловозната конструкција не би се дошло, ако се примени – користи теоријата на гранична рамнотежна состојба.

Сообраќајното натоварување на коловозната конструкција го пренесува влијанието преку пневматиците на тркалата, кои можат да бидат со различни карактеристики. Сообраќајното натоварување може да биде статично (во мирување) и динамично (во движење).

Видот и големината (интезитетот на деструктивното влијание од сообраќајното натоварување врз коловозната конструкција) е функција од:

- бројот и растојанието на осовините на возилото
- големината на оптоварувањето на пооделни тркала
- големината и обликот на допирната површина (контакт меѓу пневматикот и коловозот), кој зависи од:
 - големината на осовинско оптоварување
 - големината на инфлаторен (воздушен) притисок во пневматикот
 - видот и карактерот на пневматикот
- распределбата на притисокот на допирната површина
- вкупениот број на премини на пооделни осовински оптоварувања
- распределбата на сообраќајното оптоварување во напречен профил
- времетраењето на оптоварувањето во пооделни слоеви на коловозната конструкција предизвикани од преминот на тркалото на возилото. [9,15]

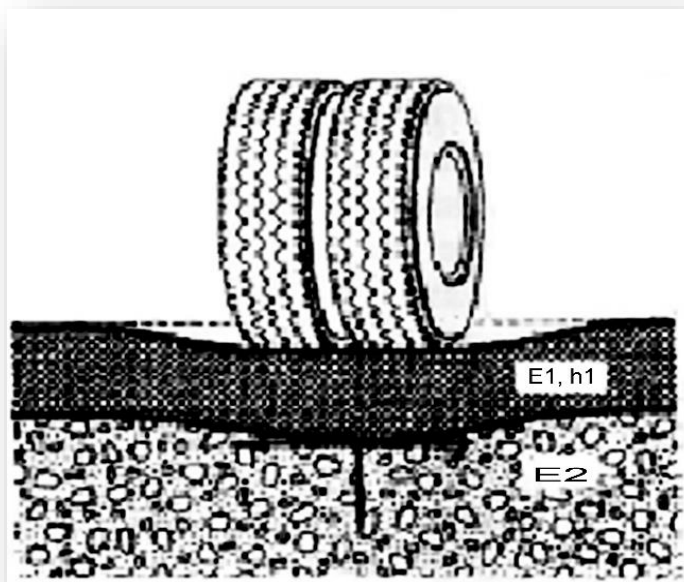
Флексибилните коловозни конструкции во однос на механичкото однесување под дејство на сообраќајното оптоварување се делаат на три групи:

- Флексибилни коловозни конструкции со асфалтен коловозен застор и носечки слоеви од неврзани природни или дробени камени материјали (Флексибилни коловозни конструкции од прва група)

- Флексибилни коловозни конструкции со асфалтен коловозен застор и носечки слоеви делимично или потполно стабилизирани со хидраулични врзива (Флексибилни коловозни конструкции од втора група)
- Флексибилни коловозни конструкции со асфалтен коловозен застор и носечки слоеви стабилизирани со хидраулични врзива (Флексибилни коловозни конструкции од трета група). [8, 9, 15]

Основна разлика меѓу првите две групи е во вкупната дебелина на асфалтните слоеви. Носивите слоеви на флексибилните коловозни конструкции од прва група се градаат од неврзани материјали. Таквиот тип на носив слој е без кохезија, има мала крутост во однос на стабилизирани материјали и напонот во постелката зависи многу повеќе од дебелината на носивиот слој отколку од неговата крутост.

Флексибилни коловозни конструкции од втора група се со нешто поголеми дебелини во асфалтните слоеви и тие слоеви на некој начин формираат плоча, која е способна да прими одредени напрегања. Тие напрегања се во директна зависност од односот на дебелината и крутоста со крутоста на постелката. Сообраќајното оптоварување во асфалтните слоеви предизвикува напон на затегање. При лошо изведена конструкција може да дојде до лом на тој слој по само еднострuko делување на сообраќајното оптоварување, или лом после поголем број оптоварувања заради замор во материјалот. За оваа група флексибилни коловозни конструкции карактеристично е тоа што носивите слоеви се свиткуваат при премин на сообраќајно натоварување. Тоа свиткување се одвива во долниот дел од слојот и како последица се развива напон на затегање во оваа зона. Тие напони предизвикуваат акумулација на оштетувања од замор, а со тек на време доаѓа до лом на коловозната конструкција, односно до појава на прснатини најпрво на местата каде се појавуваат напрегања, а потоа и на површината на коловозната конструкција. Ова преставува основен начин на лом на коловозна конструкција со носив слој од стабилизирани носечки материјал. На следнава слика (сл. 8) дадена е шема на механичко однесување на флексибилни коловозни конструкции при сообраќајно оптоварување.



Слика 8. Шема на механичко однесување на флексибилни коловозни конструкции при сообраќајно оптоварување
 Figure 8. Scheme of the mechanical behavior of flexible pavement when traffic load

Кај флексибилни коловозни конструкции од трета група носивиот слој има многу поголема крутост и при сообраќајно оптоварување на постелката пренесува мало напрегање. Според тоа, овој тип флексибилни коловозни конструкции имаат слично однесување како крутите (бетонските) коловозни конструкции. Асфалтните слоеви, може да се каже дека преземаат само напон на притисок.

Типичен претставник на флексибилни коловозни конструкции претставуваат коловозните конструкции од првата и втората група.

2.3.2 Влијание на климата

Климата и околината (или поточно природните сили) имаат деструктивно дејство врз коловозната конструкција. Тие влијаат врз коловозната конструкција и можат да предизвикат оштетување врз коловозната конструкција и тоа како комбинација со сообраќајното оптоварување, така и без негово присуство. Битно

е коловозната конструкција да се проектира и изведе на начин на кој со своите карактеристики успешно ќе се спротисти на сите влијанија. Битни карактеристики кои треба да ги поседуваат материјалите се:

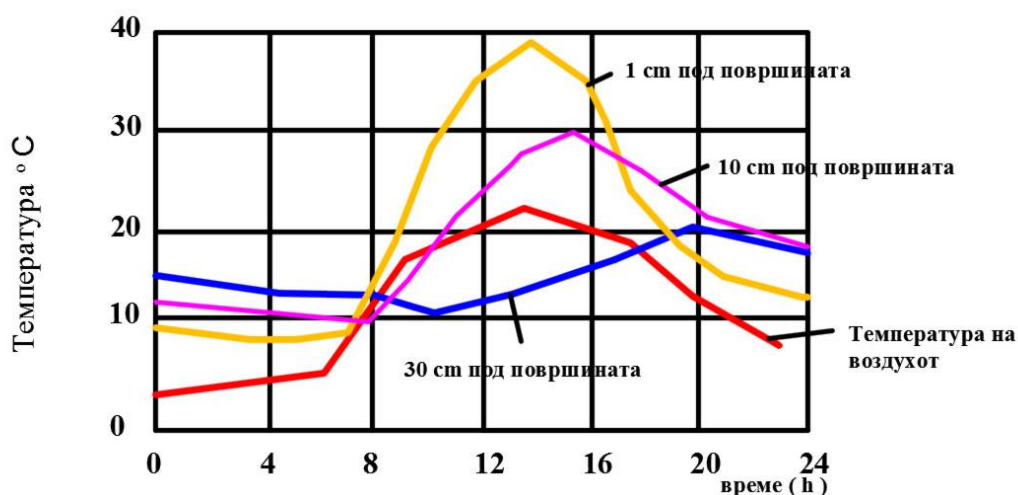
- механичките својства на материјалите од кои е изградена коловозната конструкција
- трајноста и резистентноста на материјалите
- резултантната рамнотежа на внатрешните напрегања во коловозната конструкција, т.е. волуменските промени во материјалите

Влијание на температурата (движење на температурата во коловозната конструкција) е битно влијание врз карактеристиките на коловозната конструкција. Материјалите вградени во коловозната конструкција различно се загреваат и ладат, а тоа зависи од некои внатрешни и надворешни чинители [10].

На внатрешните чинители големо влијание имаат геолошките карактеристики на теренот. Практично, внатрешните чинители се термичките карактеристики на материјалите во коловозната конструкција и постелката и емитурање на долгобранова радијација од почвата. Внатрешните чинители за одредено подрачје може да се сметаат дека се приближно константни.

Надворешните чинители во голема мерка зависат од географската положба на подрачјето во кое се изведува коловозната конструкција, а овие чинители произлегуваат од временските услови (температура на воздухот, зрачење на сонцето, ветер и др.). Со истражување докажано е дека температурата на површината на асфалтната покривка редовно е повисока од температурата на воздухот што се објаснува со сончевата радијација или поточно со впивањето на топлина од темната површина на асфалтот.

Температурата на коловозната конструкција се менува во текот на годината. На наредната скица (сл. 9) дадени се резултати од мерења на температурата на една коловозна конструкција со асфалтна конструкција во текот на 24 h (едно деноноќие). Мерењата се извршени на длабочина од 1 cm, 10 cm и 30 cm под површината на коловозната конструкција.

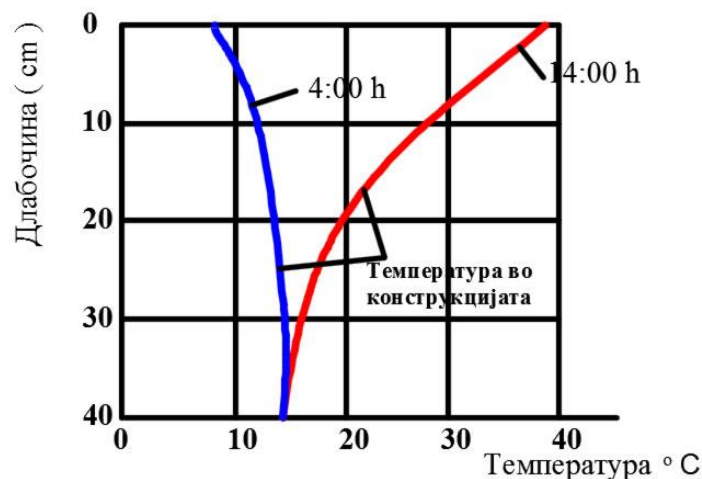


Слика 9. Движење на температурата низ коловозната конструкција
Figure 9. Movement of temperature through the road construction [10]

Можеме да констатираме дека на длабочина од 1 cm и 10 cm под површината на коловозната конструкција температурата е значително повисока од температурата на воздухот, додека пак на 30 cm под површината температурата во коловозната конструкција е пониска од температурата на воздухот.

Може да се забележи определена инертност на материјалите во коловозната конструкција, во однос на постигнување на максимумот на температурата на воздухот. Односно максимумот на температурата во материјалите на коловозната конструкција настапува подоцна во однос на постигнување на максималната температура на воздухот.

На следниот графикон (сл. 10) се прикажани линиите на движење на температурата низ коловозната конструкција во 4 h наутро и во 14 h попладне. Од графикот јасно се гледа дека во 4 h наутро површината на коловозната конструкција е поладна за разлика од внатрешноста на конструкцијата, додека пак во 14 h попладне површината на коловозната конструкција е потопла од внатрешноста.



Слика 10. Температурен градиент во 4:00h и во 14:00h
Figure 10. Temperature gradient in 4:00 h and 14:00 h. [10]

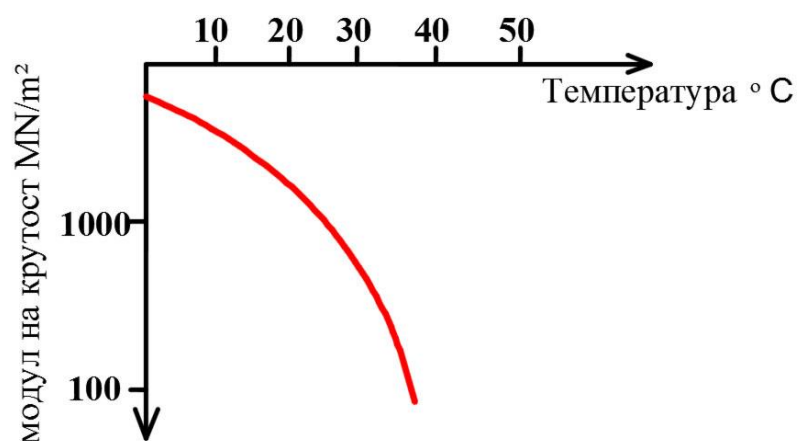
Може да се заклучи дека материјалите на различна длабочина на коловозната конструкција во текот на денот различно се загреваат и различно се ладат. При тој процес на загревање и ладење, материјалите се подложни на волуменски промени. Волуменските промени се оневозможени слободно да се одвиваат заради меѓусебно поврзаните слоеви и на тој начин се создаваат напрегања на конструкцијата. Во случај, кога тие напрегања се надвор од границите на максималните напрегања кои можат да ги примат материјалите се јавуваат оштетувања кај коловозната конструкција, оштетувања во вид на прснатини и деформации.

Влијание на температурата на материјалите во коловозната конструкција: Асфалтите како материјали кои покажуваат вискоеластични особини многу се подложни на температурно влијание или поточно температурата влијае на нивните механички и реолошки карактеристики. При високи температури асфалтната смеса се однесува вискозно, додека пак на ниски температури се однесува еластично. Со реолошки модел ние можеме да ја претставиме состојбата на асфалтната мешавина. Реолошкиот модел се состои од сразмерно поврзани Њутнови амортизери и Хукови елементи – еластичен федер. (сл. 10)



Слика 11. Реолошки модел на состојбата на асфалтната мешавина
Figure 11. Rheological model of the condition of the asphalt mixture [2]

На следниот дијаграм (сл. 12) дадена е зависноста на модулот на крутоста во зависност од температурната промена. Модул на крутост е реолошка големина која го прикажува однесувањето на вискоеластичните материјали. [10]

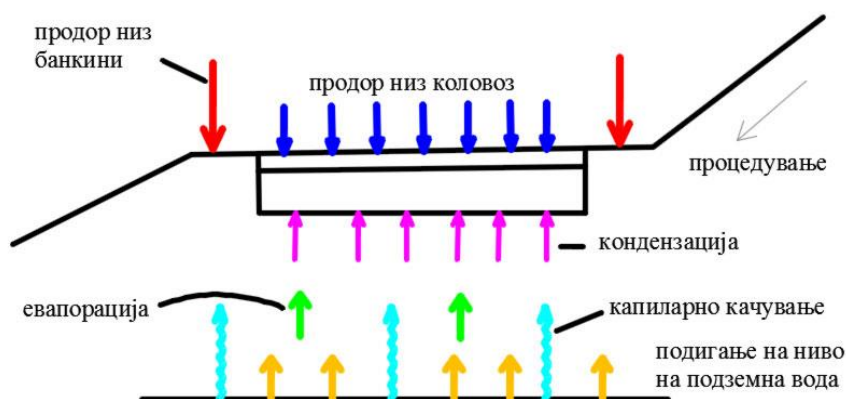


Слика 12. Промена на модулот на крутост во зависност од температура.
Figure 12. Change of the module of rigidity depending on the temperature

Се забележува дека со зголемување на температурата модулот на крутост опаѓа. Во случај кога имаме високи температури а воедно и нерамномерно оптоварување од сообраќај, во асфалтните конструкции може да се јават трајни деформации (пластични деформации). Исто така, негативни последици врз асфалтните конструкции имаме и при ниски температури.

Влијание на влагата: Водата продира во внатрешноста на коловозната конструкција на повеќе начини:

- со процедување од повисоките околни терени,
- со подигање и спуштање на нивото на подземна вода,
- со продирање од банкните,
- со продирање низ површината на коловозната конструкција,
- со капиларно качување од темелната почва,
со кондензација под коловозната конструкција. [10]



Слика 13. Можност за присуство на вода во зоната на коловозната конструкција.

Figure 13. Possibility of the presence of water in the area of road construction

Доколку коловозната конструкција е изградена од материјали осетливи на вода, водата може да предизвика намалување на физичко-механичките карактеристики на материјалите, а со тоа дава можност за оштетување на коловозната конструкција. На претходната слика (сл. 13) е даден пример за можно присуство на вода во зоната на коловозната конструкција. [10]

Водата претставува посебен проблем при температури повисоки од 0°C (температура на мрзнење на водата). При тие температури, водата која е присутна во коловозната конструкција замрзнува и се трансформира во ледени леќи од мраз. Ледените леќи иницираат придвижување на вода (со капиларно качување) од подолните нивоа каде водата сè уште не е замрзната. Од друга

страна пак, кога се топи замрзнатата вода има зголемено количество на вода под коловозната конструкција, а со тоа настанува намалување на носивиста на коловозниот застор. Ако во тој период имаме зголемено (тешко) сообраќајно оптоварување неминовни се реперкусии врз коловозната конструкција или поточно слегнување на коловозната конструкција, а таа појава понатаму може да имплицира деформации, појава на прснатини, пукнатини и понатамошно оштетување на коловозната конструкција.

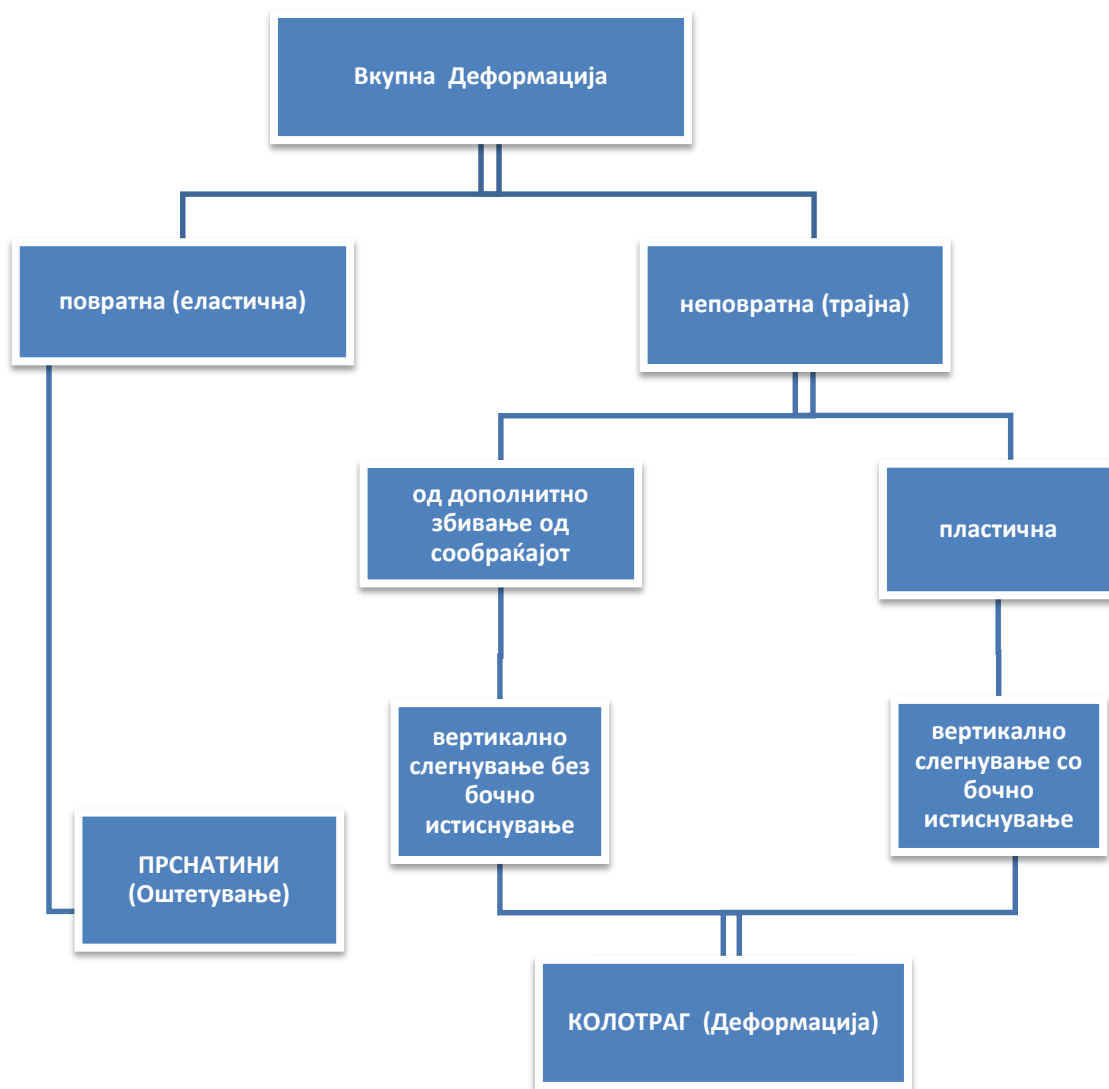
2.4. Видови оштетувања на коловозот

Како што досега беше објаснето, под дејство на надворешни или внатрешни фактори, кои може да дејствуваат поединечно или комбинирани, настануваат оштетувања на коловозната конструкција. Во зависност од типот и големината на оштетување на коловозната конструкција можни се следниве видови негативности во сообраќајот: намалување на удобноста при патување, губење на стабилност на возилата, зголемување на времето при патување, зголемување потрошувачка на гориво, бука од вибрации (со ниски или високи фреквенции), оштетување на возилото, (пневматици, амортизери, и др.) намалување на оптичката карактеристика на површината на коловозот и др.

Флексибилните коловозни конструкции во текот на својот животен век различно се оштетуваат, а нивното вкупно структурно оштетување има два основни крајни резултати:

- Појава на прснатини како последица на пречекорените дозволени еластични деформации во поедини слоеви, кои прснатини кои може да се развијат во ударни дупки,
- Појава на трајни деформации (колотрази) кои се последица на вертикално слегнување со или без бочно истиснување. [3, 9, 15]

Оваа поделба шематски е прикажана на следната скица (сл. 14)



Слика 14. Типичен резултат на животниот век на флексибилните коловозни конструкции.

Figure14. Typical outcome of the lifespan of flexible pavement. [9, 10, 15]

Подетално оштетувањата на флексибилната конструкција може да ги поделиме на неколку групи :

- Деформации на површината:
 - Бранување,
 - Дезинтеграција,

- Поместување (странично истиснување),
 - Браздење (Ruthing – Eng.; Колотражење – Ср.),
 - Гужвање,
 - Намалување на способноста за триење,
 - Налегнување.
- Недостатоци на површината:
- Губење на крупни зрна,
 - Прогресивно разорување,
 - Избивање на битуменот (потење),
- Пукнатини:
- Подолжни (на осовина, на работ на коловозот),
 - Попречни,
 - Виугање,
 - Крокодилски (мрежасти)
 - Произволни
 - Денивелираџи,
 - Други. [9, 10, 15]

Генерално кажано лом во коловозната конструкција може да се случи поради :

- Дефиниран број на поминувања на нормирано осовинско оптоварување (според технички прописи).
- Со намален број премини, доколку реализираното осовинско оптоварување е поголемо од дефинираното со прописите,
- Или поголем број премини со осовинско оптоварување што е помало од нормираното (според нашите технички прописи 11,5 t по осовина).

Отпорноста на материјалот на замор се дефинира со бројот на циклуси на повторување на оптоварувањето кое не предизвикува лом, а бројот на циклуси кои поминуваат без да настане лом во материјалот се нарекува трајност на

материјалот, а за коловозната конструкција таа трајност се дефинира како проектен период („Division of Higways California”).

Заморот на материјалот го дефинираме на следниот начин: процес на структурно и прогресивно оштетување на материјалот кога во една или повеќе негови точки е изложен на повторен напон или деформација кои можат после одреден број на повторувања да предизвикаат негово трајно оштетување или лом. [9, 10, 16]

2.5. Битумен - како врзно средство во асфалтните мешавини

Од претходното согледавање дека состојбата на коловозната конструкција е од исклучително значење за сообраќајот во однос на повеќе економски и безбедносни параметри. За да имаме постојано квалитетна коловозна конструкција ние тоа го постигнуваме на два начина:

- Со перманентно и квалитетно одржување на веќе изградена патна сообраќајница.
- Со враќање чекор наназад, уште при проектирање и изградба на патиштата да проектираме и вградуваме поквалитетни материјали, кои ќе ја намалат потребата за почесто интервенирање околу работите за одржување на коловозната конструкција на патиштата.

Сето ова ќе овозможи коловозната конструкција да го издржи предвидениот проектен век во квалитетна состојба. На тој начин со малку поголемо почетно инвестициско вложување ние би заштедиле многу на трошоците за одржување на коловозната конструкција.

За таа цел е битно подетално да се анализираат карактеристиките на материјалите кои се вградуваат во коловозната конструкција за да се согледа на кој начин најдобро би се подобриле својствата на истите, како и врските кои

постојат меѓу поедините компоненти што влегуваат во склоп на одреден вид материјал.

Флексибилните коловозни конструкции или поточно асфалтните мешавини што влегуваат во склоп на флексибилните коловозни конструкции, како материјал се составени од повеќе компоненти. Квалитетот на асфалтната мешавина е во директна зависност од квалитетот на поедините компоненти, но и од меѓусебните врски што постојат меѓу нив.

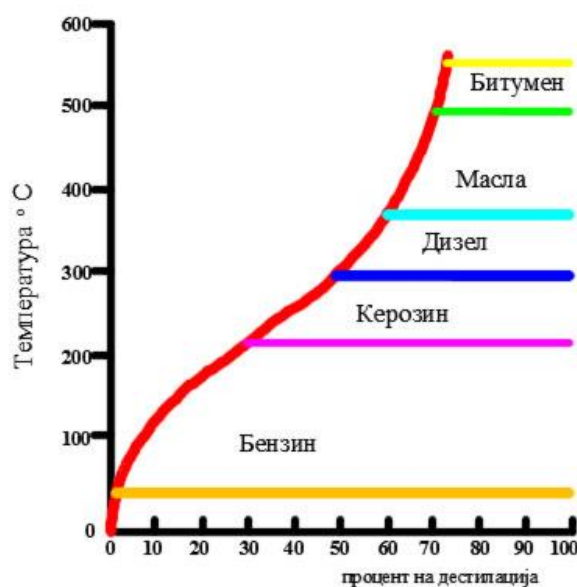
Асфалтните мешавини како материјал се составени од следните компоненти :

- Камен агрегат,
- Камено брашно (филер),
- Битумен (како врзно средство).

Познавањето на карактеристиките и физичко-механичките својства на секоја од овие компоненти и со наоѓање начин да се подобрат нивните својства, фактички се подобрува квалитетот на асфалтните мешавини.

Битуменот е компонента чии својства најмногу влијаат врз карактерот и физичко-механичките својства на асфалтните мешавини т.е. коловозната конструкција (меѓу другото, влијае и врз трајноста на коловозната конструкција) Битуменот во асфалтната мешавина има задача да ги поврзе пооделните минерални честички во компонентна целина, која целина би можела да се спротистави на надворешните сили и влијанија. Битуменот според стандардот за квалитет што се употребува за коловозните конструкции, се дефинира на следниот начин: „Битуменот е темноцрн материјал, на нормална температура е во цврста состојба, потполно растворлив во јаглен дисулфид (CS_2), а се наоѓа во природата или се добива со преработка на нафтата и нејзините деривати, а чии својства се прилагодени за изработка на коловози“.

Во зависност од температурата за десталација на нафтата на следниот графикон (сл. 15) подетално се дадени компонентите при дестилација на нафтата. [3]



Слика15. Карактеристични температури при дестилација на нафта.
Figure15. Characteristic temperatures in the distillation of petroleum [3]

Врз основа на пенетрацијата (длабина на продирање на игла во битуменот – дефинирано со стандард) битумените ги делиме на 7 видови:

- БИТ 200.
- БИТ 130.
- БИР 90.
- БИТ 60.
- БИТ 45.
- БИТ 24.
- БИТ 15.

За успешно преземање на улогата на врзно средство во асфалтната мешавина, битуменот треба да располага со одредени физичко-механички и реолошки карактеристики. Истите се дефинирани и пропишани со стандарди. За докажување на истите својства се дефинирани повеќе методи за испитување на битумените:

- Длабина на продирање (пенетрација).
- Точка на размекнување по прстен и „куглица“ (П К).

- Точка на лом по Фрас.
- Растегливост – дуктилитет и др.

Големината на резултатите добиени со овие испитувања се дефинирани и се пропишани со стандарди и истите се дадени во следната табела (таб. 2).

Табела2. Услови кои мора да ги задоволуваат битумените
Table2. Conditions that must be satisfy by bitumen

Барани особини и услови / Required features and conditions		Един мера / Unit measure	Вид на битумен / Bitumen type						
			БИТ /BIT 200	БИТ /BIT 130	БИТ /BIT 90	БИТ /BIT 60	БИТ /BIT 45	БИТ /BIT 25	БИТ /BIT 15
1	Пенетрација (длабина) на продирање на 25 °C, од – до / Penetration (depth) of seepage on 25 °C, from-to	dmm	160 до 210	120 до 150	80 до 100	50 до 70	35 до 50	20 до 30	10 до 20
2	Точка на размекнување ПК, од – до / Point of softening PS, from-to	°C	37 до 43	41 до 46	45 до 51	49 до 55	54 до 60	59 до 66	66 до 72
3	Индекс на Пенетрација, најмалку / Index of penetration, min.		-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
4	Дуктилитет (растегливост), на 25°C, најмалку / Ductility (elongation) of 25 °C, at min.	cm	100	100	100	100	50	15	5
5	Точка на лом по Фрас најмногу / Point of fracture by Fras, max.	°C	-15	-13	-11	-8	-6	-3	-1
6	Содржина на парафин, најмногу / Contents of paraffin, max.	max %	-2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Барани особини и услови / Required features and conditions		Един мера / Unit measure	Вид на битумен / Bitumentype						
			БИТ /BIT 200	БИТ /BIT 130	БИТ /BIT 90	БИТ/ BIT 60	БИТ /BIT 45	БИТ /BIT 25	БИТ /BIT 15
7	Нерастворливи состојки, тетрахлорјагленит најмногу / Insoluble compounds, max.	max %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Релативна густина 25 °C, најмалку / Relative density on 25 °C, min.	max %	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
9	Губиток на маса по 5 часа загревање на 163 °C, најмногу / Weight loss after 5h of heating 163 °C, max.	max %	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
10	Смалување на пенетрација после загревање, најмногу / Reduction in penetration after heating, max.	%	40	40	40	40	35	35	35
11	Точка на лом по фрас после загревање, најмногу / Point of fracture by Fras after heating, max.	°C	-12	-10	-8	-6	-4	1	+3
12	Динамички вискозитет, на 60 °C / Dynamic viscosity on 60 °C	Pa.S	Се одредува / Determine						
13	Кинематички вискозитет на 135 °C / Kinematic viscosity on 135 °C	m ² /S	Се одредува / Determine						

Од хемиски аспект, битуменот преставува мешавина на :

- Јаглерод (околу 85%).
- Водород (околу 10%).
- Хетроатоми (сулфур, кислород и азот околу 5-10%) и
- Метал во трагови (ванадиум, никел и железо).

Процентот на учество на сите овие елементи во битуменот варираат и зависат од видот на битуменот и од типот на процесот на добивање на битуменот (процесот на рафинирање). Исто така процесот на добивање на битуменот битно влијае врз карактеристиките на битуменот како врзно средство во асфалтните мешавини. Според авторот Колбанонскаја, во зависност од составот на компонентите на битуменот (кои компоненти ја дефинираат структурата и реолошките карактеристики) битумените ги делиме на:

- Битумени од тип “I”, содржат минимум 25% асфалтени, максимум 24% смоли и минимум 50% малтени.
- Битумените од тип “II”, содржат максимум 18% асфалтени, минимум 36% смоли и максимум 48% малтени.
- Битумените од тип “III”, содржат 21- 23% асфалтени, 30 - 34% смоли и 40 - 50% малтени. [3, 9, 10,]

2.6. Подобрување на битуменот

Познавајќи ги својствата и карактеристиките на битуменот ние за соодветни надворешни влијанија можеме да примениме соодветен вид битумен како врзно средство во асфалтната мешавина. Но, практиката во последно време покажува дека позитивните карактеристики на битуменот и неговите физичко- механички карактеристики не се доволни за да одговорат на оптоварувањето на одделни категории на патишта и во одредени климатски подрачја. Значи, на некој начин е потребно да се подобрат физичко-механичките

карактеристики на битуменот, со што како врзно сретство во асфалтните мешавини успешно би се спротиставил на надворешните влијанија. Подобрувањето на битуменот најдобро би се остварило со додавање адитив на битуменот, кој е потребно да ги исполни следниве услови:

- да е компатабилен со битуменот,
- да е термостабилен,
- да ја зголемува отпорноста на битуменот на течење на повисоки температури,
- да ја зголемува флексибилноста на битуменот при пониски температури,
- со битуменот да формира хомогени и стабилни полимер - битуменски мешавини чии својства нема да се менуваат во тек на лагерирање, производство и експлоатација на асфалтот,
- со битуменот да формира физички и хемиски мешавини чии својства нема да се менуваат при интеракција со каменот материјал,
- да не ја зголемува еквивискозната температура во мерка која ќе оневозможи примена на конвенционалната опрема за мешање и збивање на асфалтната мешавина,
- да е лесно достапен, да го има во доволни количини и да е еколошки прифатлив,
- неговата примена да е економски оправдана. [1, 4]

Вршени се експерименти со голем број адитиви на битуменот меѓу кои и со филер (вар, летечка прашина), органски амини и амиди, сулфур, цинк, антиоксиданти, оловно антиоксиданти, органо-метални смеси (органо-манганови смеси и органо-кобалтни смеси), галсонит, силикон, неоргански влакна, разни модификатори со хемиски реакции (битумен + мономер, битумен+сулфур, битумен+азотна киселина) и др. Овие адитиви во практиката не нашле голема примена заради неисполнување на еден или повеќе од дадените услови.

Но сепак, испитувањата и експериментите продолжиле и откриено е дека за битно подобрување на карактеристиките на битуменот големо влијание имаат полимерите.

2.7. Полимери – полимер битумени

Битумените кои како додаток (адитив) имаат полимер се викаат полимер модификувани битумени (ПМБ) или накусо полимер-битумени.

Полимерите се органски макромолекуларни соединенија добиени со полимеризација, поликондензација на основни мономерни соединенија на етилен, пропилен, бутадиен и нивните изомери. Поимот полимер доаѓа од грчкиот збор “polymeros” што значи: многу членови. Практично тоа би значело следното: група молекули кои се држат заедно во врска со помош на ковалентна врска сочинуваат мала целина, која се повторува многупати и на тој начин формира синџир на група молекули или поточно го формира полимерот. Должината на тој синџир (полимер) е дефиниран со бројот на повторување на единките, т.е. степен на полимеризација. Полиетиленот (PE) е еден од поедноставните примери на полимер и се искажува како $[-CH_2-CH_2-]_n$, што значи дека содржи n- пати долга врска на „-CH₂“ единката. [21]

Процесот на полимеризација може да се постигне на два начина (автор Hall C. 1985, цитиран во [14, 21]):

- „збирна“ полимеризација пример: $nM + nN = [MN]_n$
- кондензациона полимеризација пример: $nAB + nPQ = [AP]_n + nBQ$, каде што M, N, AB и PQ се мономери

Структурата на полимерот може да биде:

- линеарна
- разгранета,
- лесно крстастоповрзана.

Како што спомнавме со додавање на мали количини на полимери во битуменот во голема мерка се зголемуваат неговите физичко-механички карактеристики и тоа:

- повисока температура на размекнување на битуменот (по ПК),
- пониска температура на лом на битуменот (по Фрас),
- помала пенетрација,
- поголем индекс на пенетрација.

- ја смалува зависноста вискозитет и модул на вкочанетост на битуменот од температурата
- ги подобрува еластичните карактеристики на битуменот (ги зголемува повратните еластични деформации)

Битуменот модифициран со полимер како компонента на асфалтните мешавини ги подобрува перформансите на асфалтните конструкции и тоа:

- го продолжува векот на траење на коловозната конструкција.
- ја зголемува отпорноста од замор на материјалот.
- ја зголемува отпорноста од појава на прнатини.
- ја зголемува отпорноста од појава на колотрази.
- дозволува употреба на потенки асфалтни слоеви

Всушност, со додавање на полимер во битуменот се зголемува температурниот распон на успешно работење на битуменот или подобро кажано се овозможува поголем интервал на пластичност на битуменот. Практично, со додавање на само 3% полимер во битуменот, вискозноста ќе се зголеми за 100%.

Разликуваме три основни групи на поделба на полимерите, а во секоја група постојат соодветни подгрупи и тоа:

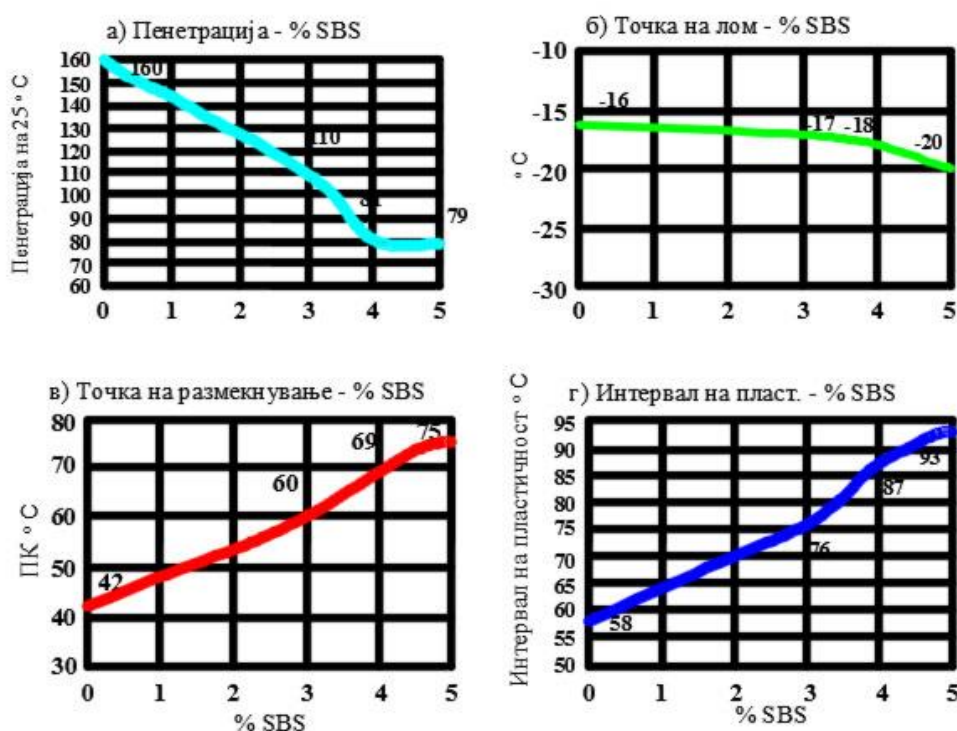
- Пластични полимери
 - Термопластични
 - Полиетилен (PE)
 - Полипропилен (PP)
 - Поливинилхлорид (PVC)
 - Полистирен (PS)
 - Етилен винил ацетат (EVA)
 - Термосет
 - Епокси смола
- Еластомери
 - Природни гуми

- Синтетички еластомери
 - Стирен-бутадиен кополимер (SBR)
 - Стирен-бутадиен-стиренкополимер (SBS)
 - Етилен-пропилен-диен терполимер (EPDM)
 - Изобутан-изопрен кополимер (IIR)

➤ Влакна

- Полиестер влакна
- Полипропилен влакна

За потребите за изработка на коловозните конструкции најдобри резултати покажуваат полимерите на база на SBS и EVA.



Слика 16. Промена на основни карактеристики на битумен со додаток на SBS-полимер.

Figure 16. Changing the basic characteristics of bitumen with the addition of SBS-polymer

На претходните графикони (сл. 16) се прикажани подобрувањата на пенетрација, точка на лом, точка на размекнување, дуктилитет на битуменот без и со додаток на 3%, 4% и 5% полимер [1, 22].

Полимерите што се користат за модификација на битумените за изработка на асфалтни мешавини на пазарот може да се најдат под најразлични

комерцијални имиња. Во следната табела (таб. 3) се дадени некои од имињата на производите кои може да се најдат на пазарот, како и името на производителот:

Табела 3. Типови на полимери
Table 3. Different polymer types

ПРОИЗВОДИТЕЛ / MANUFACTURER	ХЕМИСКА СТРУКТУРА / CHEMICAL STRUCTURE	ПРОИЗВОД / PRODUCT
Ergon	SBS&ProprietaryAdditive	Sealo-Flex
DuPont	Ethylene/VinylAcetate	ELVAX
DuPont	Ethylene Copolymer	ELVALOY AM
Huls	Ethylene/Propylene Butylene/Terpolymer	Vestoplas S
ARE inc.	Ethylene Based Copolymer	STARFLEX
ARE inc.	Ethylene Based Copolymer	MODIFLEX
EniChem	Styrene/Butadiene/Styrene	Europrene Solt
Exxon Chemical	Ethylene Copolymers	POLYBILT
Dexco Polymers	Styrenic Block Copolymer	Vector
Advanced Asphalt Tech	LDPE	NOVOPHALT
FINA	Styrene/Butadiene/Styrene	Finaprene
Shell	Styrene Block Copolymers	Kraton D&G
Ultrapave/Goodyear	Styrene/Butadiene Latex	UP-70, UP-7289, UP- 2897
Rub-R-Road	Styrene/Butadiene Latex	R-504 & R-550
BASF Corp.	Styrene/Butadiene Latex	Butonal NS
DuPont	Polychloroprene Latex	Neoprene
Morton Int.	Polyamine (antistripping)	Pave Bond
GRF-80	Grumb Rubber	Rouse Rubber
IGR	Grumb Rubber	Baker
EnviroTire, Inc	Grumb Rubber	Plusride II
Lubrizol	Styrene Based Copolymer	Ductilad
Goodyear/Ultrapave	Polystyrene Based	UP-5000
Petro Fiber	Polypropylene Fibers	PetroFiber
FiberPave	Polypropylene Fibers	Hercules, Inc.
Ductilad D1002	Styrene Based Copolymer	Lubrizol
Bonifibers	Polyester	Kapejo
Amerocan Filers and Abrs.	Celulose-Based	Kayolec

2.8. Компатибилност на полимер со битумен

Поимот компатибилност меѓу полимер и битумен може да се објасни на два начина:

➤ Според термодинамичката терминологија се дефинира како ситуација каде полимерот и битуменот содржат единечна фаза или тоа се објаснува како растворливост меѓу полимерот и битуменот. Ова би значело дека полимерот е растворлив во битуменот и дека меѓу нив нема да има фазна сепарација (овој поим е објаснет во точка 2.9). Растворливоста меѓу овие два материјала зависи од многу фактори меѓу кои најважни се: разликата меѓу растворливите параметри на полимерот и малтените на битуменот и зависи од типот и количеството на асфалтени во битуменот.

➤ Според практична терминологија компатибилноста се дефинира како ситуација кога битуменот и полимерот можат да се комбинираат во еден производ со подобрени карактеристики. При ова е дозволена фазна сепарација, ако при складирањето не постои додатна интервенција (мешање) и тоа според брзината и степенот постојат три типа на фазна сепарација:

- Занемарлива (системот се однесува како еднофазен систем),
- Бавна сепарација (при складирање се потребни садови за мешање за да се одбегне фазна сепарација),
- Јака сепарација (бара интензивна интервенција дури и при мало транспортно растојание). [19]

2.9. Фазна сепарација на полимер битумен

При чување на загреан полимер битуменот по одредено време се појаува сепарација или условно кажано сегрегација. Велиме „условно кажано“, бидејќи тоа не е класична сегрегација туку се работи за следново: полимерот кој се има „врзано“ со лесните фракции од битуменот се искачува на врвот од садот, додека пак полимерот врзан со тешките фракции од битуменот (главно асфалтените) се таложи на дното на садот. Оваа појава се нарекува фазна сепарација. Притоа карактеристиките на материјалот земен од горниот дел на садот се разликуваат од оние земени од долниот дел од садот.

Фазната сепарација на полимер модификуваниот битумен се дефинира со опитот за складирање во топла цевка (туба) - „hot tube storage test“. Загреаниот и добро измешан полимер битумен се чува во туба три дена загреан на температура од 180 °C. По три дена чување се зема пример од материјалот од горниот дел и друг примерок од долниот дел на тубата и се испитува точка на размекнување и реолошки карактеристики со „фреквенциски лак“ од 0,1 до 100 rad/sek на 25 °C. Овие резултати се споредуваат со примерок на полимер битумен испитан веднаш по мешањето на полимер и битуменот и добиените резултатите се споредуваат. На следната табела (таб. 4) се прикажани резултати од испитувања на точка на размекнување и споредба на разликите на примерок земен од горниот и од долниот дел на тубата. [21]

Табела 4. Точка на размекнување на полимер битумен пред и по чување три дена на температура од 180 °C

Table 4. Softening point of the polymer bitumen before and after storage for three days at a temperature of 180 °C

Врзиво / Tie	Свеж примерок / Fresh specimen (°C)	По три дена складирање / After storage of three days (°C)		DT _{R&B} (°C)
		На врв на садот / On the top	На дно на садот / On the bottom	
PMB-AL3	52.1	55.5	54.5	1.0
PMB-AL6	73.5	92.5	60.0	32.5
PMB-AL9	84.0	101.0	65.0	36.0
PMB-AB6	82.3	110.0	57.5	52.5
PMB-AM6	80.2	108.0	57.0	51.0
PMB-BL3	55.3	55.0	50.0	5.0
PMB-BL6	77.2	89.5	52.0	37.5
PMB-BL9	85.1	98.0	58.5	39.5
PMB-BB6	82.5	104.5	50.5	54.0
PMB-BM6	81.0	92.5	51.5	41.0
PMB-CL3	51.2	51.5	52.0	-0.5
PMB-CL6	77.2	89.0	56.0	33.0
PMB-CL9	85.3	108.5	58.5	50.0
PMB-CB6	85.4	112.0	52.5	59.5
PMB-CM6	82.1	103.0	52.5	50.5
PMB-DL6	75.2	95.0	66.0	29.0
PMB-DB6	84.0	115.0	51.5	63.5
PMB-EL6	75.2	89.5	68.0	21.5
PMB-EB6	81.5	104.0	63.5	40.5

DT_{R&B} (°C) - Точка на омекнување на врвот на примерокот – (минус) Точка на омекнување на дното на примерокот.

Материјалот и кодирањето што е користено за претходниот опит објаснет е на следниве табели (таб. 5 и таб. 6):

Табела 5. Искористени материјали

Table 5. Used materials

Ознака/ Designation	Вид на битумен/ Bitumen type	Потекло/Origin
А / А	БИТ 85	Венецуела
Б / В	БИТ 180	Венецуела
Ц / С	БИТ 180	Мексико
Д / D	БИТ 180	Саудиска Арабија
Е / E	БИТ 180	Русија

Табела 6. Искористени симболи (кодирање)

Table 6. Used symbols

Структурата на полимерот е следна /The structure of the polymer is as follows:
L = Линеарна структура
B = Разгранета структура
M = Мешана структура (линеарна + разгранета)

Пример: PMB-AL3 има значење: полимер битумен – вид на битумен „А“ БИТ85 Венецуела, со линеарна структура „L“ и 3% на SB Сполимер (тежински).

Со споредба на свежо мешаниот (оригиналниот) битумен и чуваниот ПМБ, заклучуваме дека примероци од дното на материјалот стануваат потврди додека пак од горниот дел (од врвот) стануваат помек и поеластични. Оваа појава исто така е констатирана и со испитување на микроструктурата на полимер битумените со флуоресцентна микрографија на полимер битуменот (сл. 17). При работа со полимер битумени посебно внимание треба да се обработи кон оваа појава. Пред да се почне со работа со полимер битумени, без разлика дали е тоа за лабораторски испитувања или за работа на терен потребно е добро да се измеша полимер битуменот за да не се појават некои изненадувања во однос на фазната сепарација. [18, 23]

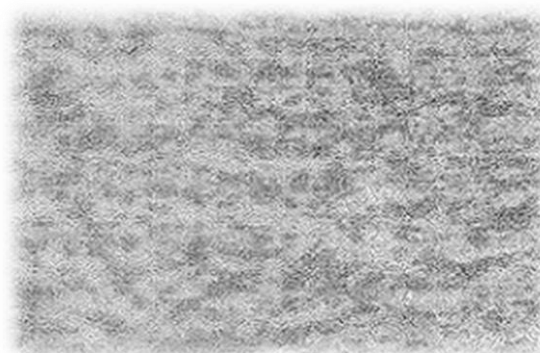
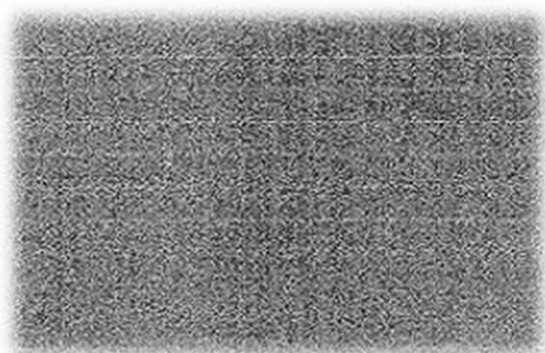
PMB-AL6



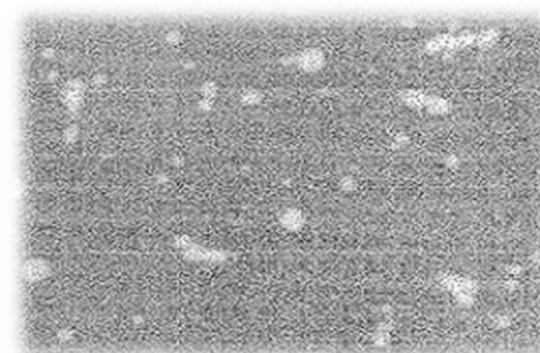
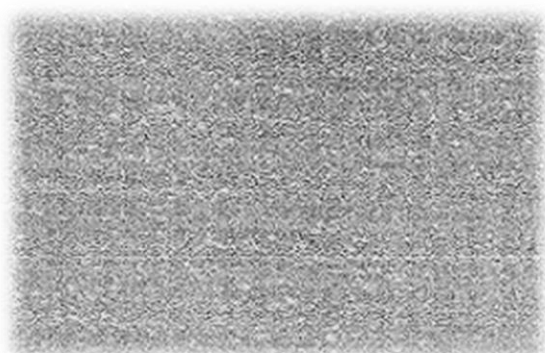
PMB-CM6



пред складирање на температура од 180 °C
At a temperature of 180 °C, before storage



од дното на садот по три дена складирање на температура од 180 °C
the bottom of the container, after three days storage at a temperature of 180 °C

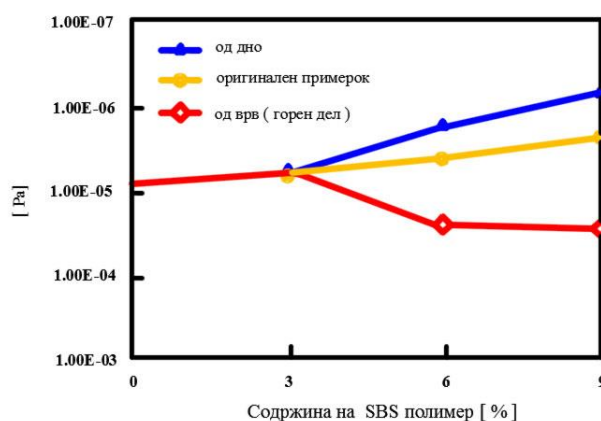


Од врвот на садот по три дена складирање на температура од 180 °C
From the top of the container, after three days storage at a temperature 180°C

Слика 17. Флуоросцентна фотомикрографија ја докажува фазната сепарација на два различни типа на битумен

Figure 17. Fluorescence photomicrography proves phase separation on two different types of bitumen

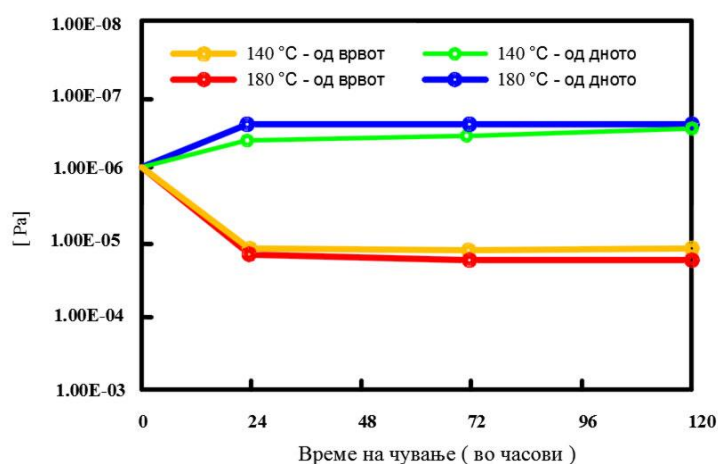
Вредноста на лесни фракции на битуменот абсорбирани од полимерот расте со зголемување на процентот на полимер како што е прикажано на следната слика(сл. 18). Во суштина тоа значи дека што поголем процент на полимер додаден во битуменот, толку повеќе треба да внимаваме на фазната сепарација, бидејќи таа е поизразена. [23]



Слика18. Влијание на количеството на полимер врз фазната сепарација на ПМБ „В“.

Figure18. Influence of the amount of polymer on Phase separation of PMB“B”.

На следната слика (сл. 19) се гледа дека фазната сепарација е функција од времето на чување и од температурата. [23]



Слика19. Влијание на времето на чување и температурата врз фазната сепарација кај PMB-AL9.

Figure19. Effect of storage time and temperature on the Phase separation in PMB-AL9.

Односот: максимален напон и максимална деформација на битуменот е дефинирана како „complexmoduls“ G^* што практично претставува мерка за бруто отпорност на деформација на материјалот. Фазниот агол „ δ “ е фазна разлика меѓу напрегањето и деформацијата во осцилаторот. „ δ “ е мерка за вискоеластичните карактеристики на материјалот. Ако $\delta=90^\circ$ тогаш може да кажеме дека материјалот е чисто вискозен, а ако $\delta=0^\circ$ тогаш тоа е идеално тврд материјал [8]. Овие податоци се добиваат со динамичко-механичката анализа на материјалите со реометарот „Rheometrics RDA II“. На следната табела (таб. 7) дадени се резултатите од реолошките испитувања на полимер битумени пред и по чување три дена на температура од 180°C . [21]

За да се дефинира големината на фазната сепарација, а притоа и да се одреди стабилноста на чување (storage stability) на полимер битумените, воведен е индекс на сепарација „ I_s “ кој гласи

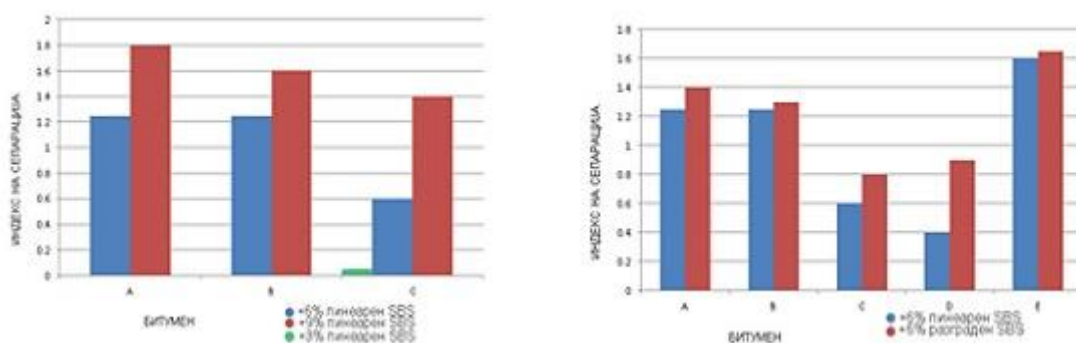
$$I_s = \log (G^* \text{ од дното} / G^* \text{ од врвот})$$

Табела 7. Реолошки карактеристики на ПМБ пред и по чување три дена на температура од 180°C

Table 7. Rheological characteristics before and after storage of PMB for three days at a temperature of 180°C

Врзиво/ Tie	G*(Pa) на 25 ⁰ C,10 rad/sek			d(Deg) на 25 ⁰ C,10 rad/sek			Is
	Свеж пример / Fresh spec.(⁰ C)	По складирање / After storage		Свеж пример / Freshs pec(⁰ C)	По складирање/ After storage		
		Од врв/ From the top	Од дно/ From the bottom		Од врв/ From the top	Од дно/ From the bottom	
A	5.65E+5			72			
PMB-AL3	6.56E+5	5.67E+5	5.78E+5	67	68	68	0.01
PMB-AL6	9.07E+5	1.16E+5	1.81E+5	60	55	60	1.19
PMB-AL9	1.10E+5	5.47E+5	3.80E+5	53	41	53	1.84
PMB-AB6	8.60E+5	6.91E+5	1.70E+5	59	44	61	1.39
PMB-AM6	9.14E+5	6.54E+5	1.67E+5	60	48	61	1.41
B	1.29E+5			77			
PMB-BL3	1.56E+5	1.78E+5	1.75E+5	71	71	71	0.00
PMB-BL6	2.28E+5	3.80E+5	5.61E+5	62	50	65	1.17
PMB-BL9	3.81E+5	3.30E+5	1.32E+5	53	42	58	1.62
PMB-BB6	2.26E+5	3.00E+5	5.78E+5	60	64	66	1.28
PMB-BM6	2.20E+5	2.72E+5	5.65E+5	61	48	65	1.32
C	1.62E+5			76			
PMB-CL3	2.11E+5	1.66E+5	1.78E+5	70	71	70	0.03
PMB-CL6	2.73E+5	7.98E+5	3.29E+5	62	60	67	0.62
PMB-CL9	4.21E+5	4.17E+5	8.05E+5	53	43	62	1.29
PMB-CB6	3.32E+5	6.18E+5	4.23E+5	61	51	68	0.84
PMB-CM6	2.83E+5	5.95E+5	4.18E+5	61	54	67	0.85
D	2.22E+5			75			
PMB-DL6	4.21E+5	1.25E+5	3.35E+5	60	62	66	0.43
PMB-DB6	3.91E+5	7.01E+5	6.10E+5	62	51	67	0.94
E	1.66E+5			61			
PMB-EL6	3.28E+5	3.31E+5	1.22E+5	43	60	43	1.57
PMB-EB6	3.60E+5	2.52E+5	9.95E+5	43	36	45	1.60

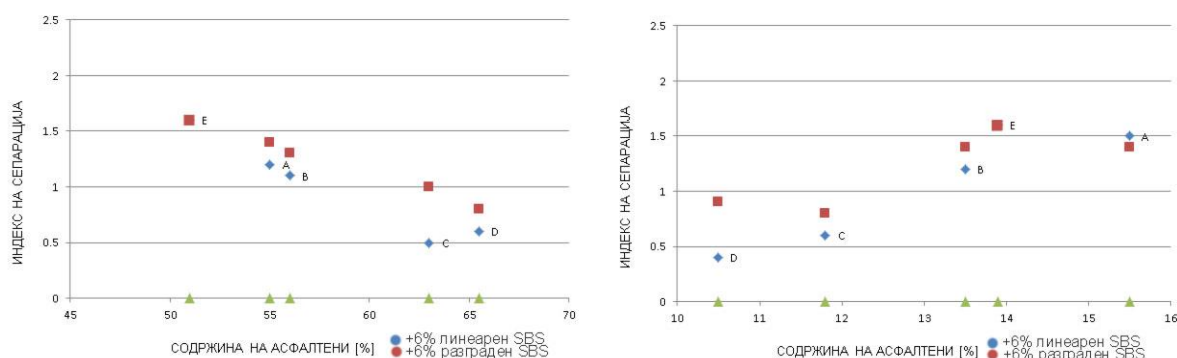
Индексот на сепарација „Is“ кај полимер битумените без фазна сепарација е еднаков на нула. Големината на индексот на фазната сепарација (Степенот) на фазна сепарација зависи од процентот на полимер и од видот и потеклото на битуменот (сл. 20). [21]



Слика 20. Зависност на типот и потеклото на битуменот и количеството / структурата на полимерот врз индексот на сепарација на модифицираниот битумен.

Figure 20. Dependency of the type and origin of the bitumen and the quantity / polymer structure of the index of separation of modified bitumen.

Стабилноста на чување (storage stability) на полимер битуменот се зголемува со зголемување на ароматите содржани во битуменот, додека пак (storage stability) се намалува (односно „Is“ се зголемува) кога битуменот содржи поголемо количество на асфалтени (сл. 21). [21]



Слика 21. Однос меѓу индексот на сепарација и количеството на битумен.

Figure 21. Relationship between the index and the amount of separation of bitumen.

2.10. Методи за испитување на полимер битумени

Конвенционалните методи за испитување на карактеристиките на битумените (точка на размекнување - ПК, пенетрација, точка на лом по Фрас, дуктилноост и сл.) не се во можност во потполност да ги дефинираат карактеристиките на полимер битумените. Затоа се развиени други методи, кои се нарекуваат нестандардизирани тест методи („Non-standardized test methods“) и кои што во потполност даваат одговор на карактеристиките на полимер битумените.

Подолу се наброени повеќе од тие методи поделени според типот на карактеристики на битуменот што ги дефинираат: [20]

- Компактабилност / Compatibility
 - Туба тест / Tube test
 - УВ флуоросцентна микроскопија / UV fluorescent microscopy
 - Тест на кршење по фрас / Crushing test

- Реолошки карактеристики / Rheological characteristics
 - Flow behavior test / Тест за точка на разлевање
 - Тест на разлевање / Flow test
 - Видлива вискозност / Apparent viscosity
 - Апсолутна динамичка вискозност со користење на коаксијални цилиндри / Absolute dynamic viscosity using coaxial cylinder
 - Точка на размекнување со игла / Double ball softening point
 - П.К. / Dropping ball tests
 - Тест на еластични карактеристики / Elastic property tests
 - Тест за обновување на еластичност со користење на дуктилометар / Elastic recovery test using ductilometer
 - Тест за обновување на еластичност со користење на реометар / Elastic recovery test using sliding plate rheometer
 - Тест за обновување на еластичност со користење на „АРРБ“ еластометар / Elastic recovery test using ARRB elastometer

- Тест за обновување на еластичност со користење на реометар со контрола на напрегање / Elastic recovery test using controlled stress rheometer
- Тест за обновување на еластичност со користење на Хоплеров конзистометар / Elastic recovery test using Hoopler consstometer
- Тест за враќање од увртување / Torsional recovery test
- Тестови за карактеристиките на цврстината / Tensile property tests
 - Тест на цврстина и издржливост / Toughness and tenacity test
 - Модифицирана метода за цврстина и издржливост / Toughness and tenacity test – modified method
 - Тест на цврстина и издржливост по Бушад / Toughness and tenacity test acc.to Boussad et.al.
 - Тест на екстракција / Extraction test
 - Тест за сила на дуктилноост / Force ductility test
 - Директен тест за затегање по Андерсон / Direct tensile test acc. to Anderson
- Статика - Static
 - Модул за крутост со реометар / Stiffness moduls using the slidingplate rheometer
 - Модул за крутост со Бендинг Беам реометар / Stiffness moduls using the bending beam rheometer
- Тестови за карактеристики на цврстината / Tensile property tests
 - Тест процедура по Јованович и др. / Test procedure acc. to Jovnovic at.al
 - Тест процедура по Де Ферарис и др. / Test procedure acc. to De Ferrariis et.al
 - Тест процедура по Каилиере / Test produse acc. to Caeliere et.al
 - Тест метода со користење на динамичко-механички термален анализатор / Test method using dynamic mechanical thermal analyser

- Тест метода со користење на реометар при контрола на напрегање / Test method using controlled stress rheometer
 - Тест метода со користење реометар за баланс / Test method based on balance rheometer
 - Тест метода со користење реометар за сечење / Test method using shear rheometer
- Адхезија / Adhesion
- Вијалит тест / Vialit test
 - Температура на кршливост / Brittleness temperature
 - Температура во опаѓање / Dropping temperature
 - Тест на контракција / Contraction test
 - Тест на кохезија со користење биалит клатно PAM / Cohesion test using the Vialit pendulum ram
- Старење / Aging
- П magnetic AB тест / Pressure ageing vassel test
 - Тест за старење според CRR / Ageing test acc. to CRR
- Методи на хемиска анализа / Methods of chemical analysis
- Спектроскопска метода / Spectroscopic methods
 - Инфрацрвена спектроскопија / Infrared spectocopy
 - Спектроскопија на нуклеарна магнетна резонанаса / Nuclear magnetic resonaetna spectroscopy
 - Хроматографски метод / Chromatographic methods
 - Хроматографија на гасови / Gas cromatography
 - Хроматографија под висок притисок на течности / High pressure liquid cromatography
 - Хроматографија на тенок слој со огнен јонизирачки детектор / Thin layer cromatography with flame ionization detector

Голем прилог во објаснувањето и дефинирањето на карактеристиките на полимер битумените како и на асфалтните мешавини кои како врзно средство имаат полимер битумени даваат резултатите од познатиот Стратегиски истражувачки програм за патишта „Strategic Highway Research Program (SHRP)“. Тој обезбедува начин како подетално да се разбере сложената вискоеластична природа на битуменот и на полимер битумените, а воедно и начин да се детерминираат сложените вискоеластични карактеристики на истите, земајќи ја предвид микроструктурата на материјалите. Така, според „SHRP“, а и земени предвид овие карактеристики, регулативите на овој проект за различни климатски подрачја и исто сообраќајно оптоварување пропишуваат употреба на различни типови битумен (или ПМБ) кои со својата микроструктура одговараат на соодветните услови за примена.

Придобивките од SHRP методата за испитување на полимер битумените, пожелно е да се имплементираат во нашите прописи или преку европските норми нивната примена да биде воведена во нашата практика, а особено при избор на типот на полимерот согласно микролокациските услови во кои ќе егзистира коловозната конструкција.

3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Цел на истражувањето се пластичните деформации на флексибилните коловозни конструкции на површините со посебен режим на сообраќај.

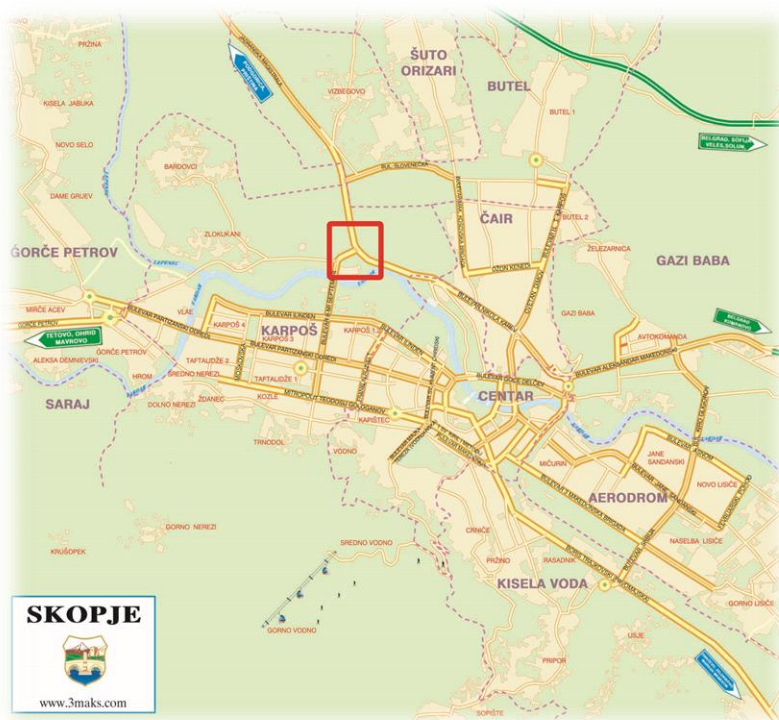
Стручна и научна оправданост на магистерската теза произлегува од реалната состојба на флексибилните коловози на уличната мрежа во градот Скопје, по основ на појавените неповолни пластични деформации на површината и структурата на коловозната конструкција на локации - површини изложени на посебен режим на движење (автобуски станици, семафоризирани крстосници и сообраќајници со поголеми наклони на нивелетите).

Пластичните деформации во облик на надолжна и попречна нерамност, покрај комфорот, влијаат и на безбедноста на одвивање на сообраќајот во летни и зимски временски услови.

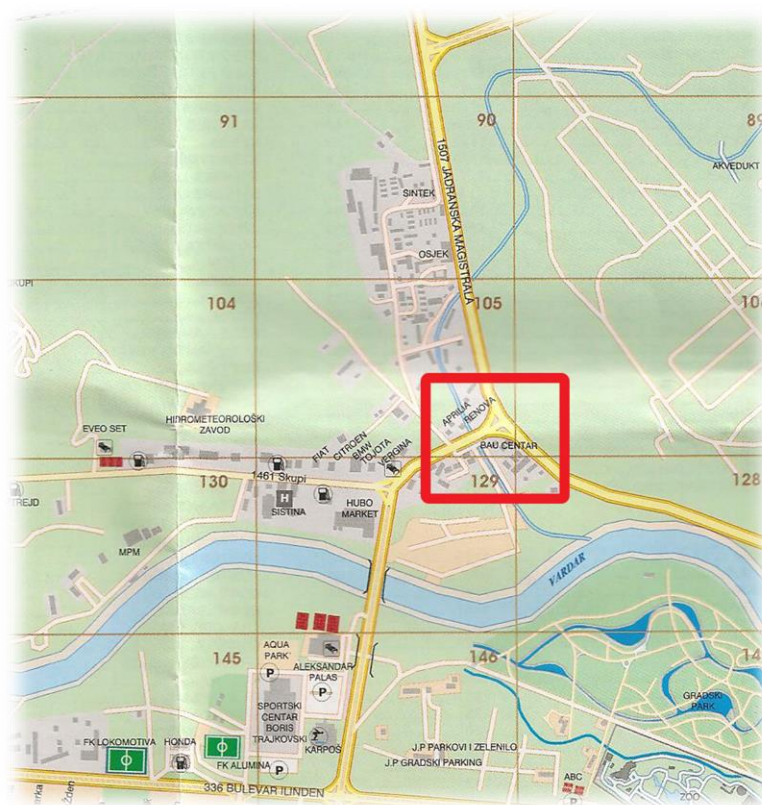
Со оваа магистерска теза се испитува влијанието на сите претходно наведени влијанија врз коловозната конструкција на крстосницата „Момин поток“, особено влијанието од попречна нерамност.

Истата се наоѓа во реонот на градското подрачје на Скопје, односно како „Т“ крстосница меѓу булеварот „Никола Карев“, кој е дел од магистралниот пат М-4, односно М-3, со булеварот „8^{ми} Септември“.

Крстосницата е површинска (во ниво) со регулирање на сообраќајот со семафорска сигнализација. Локацијата на крстосницата „Момин поток“ во поширок градски реон на Скопје е прикажана на слика 22, а додека микролокацијата е прикажана на слика 23.[17]



Слика 22. Макролокација на крстосница „Момин поток“ Скопје.
Figure 22. Makro - location Location of the crossroad “Momin Potok” Skopje.



Слика 23. Микролокација на крстосница „Момин поток“ Скопје.
Figure 23. Micro - location of the crossroad “Momin Potok” Skopje.

Интензитетот на сообраќајот низ раскрсницата ја надминува големината од 30.000 возила ПГДС (просечен годишен дневен сообраќај) од кој околу 30% претставува тежок сообраќај, видливо и од слика 24.[17] Под влијание на сообраќајот, а особено на тешкиот, како и заради режимот на одвивање во услови на семафори на раскрсницата, создадени се колотрази (особено на приодите кон крстосницата) кои претставуваат опасност за безбедно одвивање на сообраќајот.



Слика 24. Крстосница „Момин поток“.
Figure 24. The crossroad “Momin Potok.”

За таа цел во 2007 година изработена е техничка документација, а во 2008 година извршена е рехабилитација на коловозот и реконструкција на крстосницата во реонот на појавените колотрази, при што во насоката од булеварот „Никола Карев“ кон булеварот „8^{ми} Септември“ изведена е и лента за лево свртување, а додека булеварот „8^{ми} Септември“ проширен е и изведен е булевар со двапати по две ленти, со 12 m, вкупна ширина на коловозот.[2]

На следната слика (сл. 25) прикажано е новото сообраќајно решение за крстосницата „Момин поток“ со проектот од 2007 година. [2]



Слика 25. Сообраќајно решение за крстосница „Момин поток“ - Скопје.
Figure 25. Traffic solution for the crossroad “Momin Potok” – Skopje.

Попречните профили на крстосницата „Момин поток“ на кои е вршено нултото мерење во 2008 година и сегшното мерење во 2014 година прикажани се на следната ситуација (сл. 25). [2]



Слика 26. Попречни профили на крстосница „Момин поток“ – Скопје.
 Figure 26. Transversal flatness for the crossroad “Momin Potok” – Skopje.

4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКИ РАБОТИ

Методите кои се предмет на работите опфатени со овој труд се темелат на постоечките, важечките прописи и закони на Република Македонија.

Земајќи предвид дека изведувањето на градежните работи предвидени со предмерот, односно технологијата за изведување на градежни работи предвидени со проектот од 2007 година, биле според техничките услови за изведување на градежни работи за патишта во Р Македонија, односно и тогаш и сега методите со кои се извршени истражувачките работи, се во согласност со нашите важечки стандарди (МКС). [2, 12]

Извршеното мерење на попречната и надолжната рамност вршена е со мерните инструменти :

- Мерна летва од 4 м и
- Планограф [16]



Слика 27. Мерна летва од 4м.

Figure 27. Mesurement Truncheon with length of 4 m

Мерната летва од 4 м прикажана е на слика 27, додека планографот прикажан е на слика 28. Прикажани се при самото мерење.



Слика 28. Планограф.
Figure 28. Planograph.

Мерењето во 2008 година – нулто мерење вршено е со мерна летва од 4 m, додека мерењето во 2014 година извршено е со мерна летва од 4 m и планограф. [16]

4.1. Вршени мерења во 2008 г. (нулто мерење)

Во 2008 год. изработена е рехабилитација на површинската крстосница Момин поток, која ја формираат булеварите „Никола Карев“ и „8^{ми} Септември“. Извршено е и проширување на ул. „8^{ми} Септември“ до 12 m, како и изградена е коловозна конструкција на проширувањето. Според проектот, решението за коловозната конструкција се состои во два дела:

- Стругање на слој од асфалт бетонот со дебелина од 6 cm,
- Асфалтирање со следниве димензии во два слоја и тоа:
 - БНС 32сА со полимер битумен - ЕЛАСТОМЕР..... 8 cm.
 - асфалт бетон АБ 16с со полимер битумен - ПЛАСТОМЕР..... 6 cm.

Регулацијата на оваа крстосница е со семафори, со голем интензитет на сообраќај, со ПГДС над 30.000 возила на ден, од кои околу 30% претставува тежок сообраќај [2].

Извршеното попречно мерење на булеварот „Никола Карев“ и 8^{ми} Септември“, во надолжена насока изведено е на 33 профили на растојание од по 10 m, а во попречен профил снимени се 9 мерни точки за попречно отстапување. Додека мерењето на булеварот „8^{ми} Септември“ во надолжна насока изведено е на 16 профили на растојание од по 10 m, додека во попречен профил снимени се 6 мерни точки за попречно отстапување.

Податоци од извршеното мерење на рамноста на коловозната конструкција – нулто мерење, дадени се во табелите 8, 9 и 10, и тоа по следниот редослед: [5]

дата на мерење:октомври 2008

дата на мерење: октомври 2008

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „8^{ми} Септември“

број на профил: 0-16

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: октомври 2008

Табела 10. Мерена попречна рамност
Table10. Measured transversal flatness

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	ПОПРЕЧНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / TRANSVERSAL DECLINATION									
Профил / Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Профил 1										<div>Попречно / Transversal</div> <div>1 2 3 4 5 6</div> <div>Лево /Left Десно/Right</div>
Профил 2	0	0	0	0	0	0				
Профил 3	0	0	1	0	0	0				
Профил 4	1	0	0	0	1	0				
Профил 5	0	0	1	1	0	0				
Профил 6	2	0	1	0	5	1				
Профил 7	1	0	1	0	0	1				
Профил 8	0	1	1	1	0	1				
Профил 9	0	0	2	0	0	1				
Профил10 Дилатациј на мост	2	0	1	1	0	0				
Профил11	0	2	0	0	1	0				
Профил12	1	0	0	0	0	1				
Профил13	1	1	0	1	0	0				
Профил14	1	1	0	0	0	1				
Профил15	0	0	1	0	3	0				
Профил16	0	1	1	0	0	1				

4.2. Вршени мерења во 2014 г. (нови мерења)

После изминати 6 години од експлоатација, во јуни 2014 извршени се мерења на попречната и надолжната рамност - длабочина на колотрази, со мерни инструменти, мерна летва од 4 m и планограф, со следниве цели:

- да се оцени моменталната состојбата на коловозната површина
- да се констатираат промените на коловозната конструкција,
- да се следи состојбата на коловозната конструкција,
- да се донесат заклучоци и дадат препораки кои ќе придонесат за подобрување на решенијата во градот Скопје и др.

Реализацијата на претходно наведените работи, ќе има за цел да го подобри управувањето со градската патна мрежа, односно да го продолжи животниот век на коловозната конструкција, што ќе резултира со заштеда на буџетските средства.

Направени се повеќе фотографии на карактеристични места од крстосницата „Момин поток“, кои подолу се презентирани.

Видливи се деформациите – појава на колотрази, со различна големина, на сите секции на булеварите, кои се гледаат на фотографиите направени при извршеното мерење на длабочината на колотразите во јуни 2014 год. (од сл. 29 до сл.46). [17]



Слика29. Обнова на старите профили.
Figure 29. Renew of the old profiles.



Слика 30. Обнова на бележењето.
Figure 30. Renew of the marking.



Слика 31. Регулирање на сообраќајот.
Figure 31. Traffic control.



Слика 32. Регулирање на сообраќајот
Figure 32. Traffic control



Слика 33. Регулирање на сообраќајот
Figure 33. Traffic control



Слика 34. Регулирање на сообраќајот
Figure 34. Traffic control.



Слика 35. Мали колотрази.
Figure 35. Shallow rutting .



Слика 36. Поизразени колотрази.
Figure 36. Deeper rutting.



Слика 37. Мерење на попречна
рамност на брза лента.
Figure 37. Measuring of transverse
flatness on the fast way.



Слика 38. Мерење на попречна рамност.
Figure 38. Measuring of transverse flatness



Слика 39. Мерење на попречна рамност. Слика 40. Мерење во крстосницата.
Figure 39. Measuring of transverse flatness. Figure 40. Measuring in the crossroad.



Слика 41. Мерење на надолжна
рамност со летва.
Figure 41. Measuring of longitudinal
flatness with truncheon.



Слика 42. Мерење на надолжна
рамност со летва.
Figure 42. Measuring of longitudinal
flatness with truncheon.



Слика 43. Мерење на надолжна
рамност со планограф.
Figure 43. Measuring of longitudinal
flatness with planograph.



Слика 44. Мерење на надолжна
рамност со планограф.
Figure 44. Measuring of longitudinal
flatness with planograph.



Слика 45. Контрола на измерените
податоци.
Figure 45. Control of the measured
Information.



Слика 46. Отчитување на податоците
Figure 46. Reading the data

Податоците од извршеното мерење на рамноста на коловозните конструкции на крстосницата „Момин поток“ – односно на булеварот „Никола Карев“ и булеварот „8^{ми} Септември“, во јуни 2014 година, се дадени во табелите 11,12 и 13, и тоа по редослед: [16]

дата на мерење: јуни 2014

Table 11. Measured transversal flatness

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	ПОПРЕЧНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / TRANSVERSAL DECLINATION									
Профил / Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Профил 0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	<div>Попречно / Transversal</div> <div>4 5 6</div> <div>1 2 37 8 9</div> <div>Лево/LeftДесно/Right</div>
Профил 1	0	1	1	1	1	2	2	3	0	
Профил 2	0	1	1	0	4	1	1	1	1	
Профил 3	0	1	2	0	1	0	0	2	2	
Профил 4	1	3	1	1	1	10	10	2	2	
Профил 5	3	0	1	2	2	4	4	4	3	
Профил 6	1	1	1	1	2	6	4	4	3	
Профил 7	1	2	1	1	2	19	6	18	4	
Профил 8	1	2	3	2	2	6	6	23	6	
Профил 9	1	2	2	2	2	7	4	12	5	
Профил10	1	3	2	2	3	5	/	/	/	
Профил11	3	4	6	3	2	2	/	/	/	
Профил12	2	0	1	3	2	1	/	/	/	
Профил13	1	3	3	3	4	3	/	/	/	
Профил14	2	5	1	1	5	2	/	/	/	
Профил15	2	6	2	1	3	5	/	/	/	

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „Никола Карев“ – Секција 2

број на профил: 16-33

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: јуни 2014

Табела 12. Мерење на попречна рамност

Table 12. Measured transversal flatness

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	ПОПРЕЧНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / TRANSVERSAL DECLINATION									
Профил / Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<div>Попречно / Transversal</div> <div>4 5 6</div> <div>1 2 3 7 8 9</div> <div>Лево / LeftДесно/Right</div>
Профил16	0	2	7	2	2	14	3	5	24	
Профил17	0	1	7	2	5	20	4	5	20	
Профил18	1	1	8	3	3	13	6	2	9	
Профил19	2	3	9	6	3	16	6	4	5	
Профил20	5	5	8	4	4	3	4	2	3	
Профил21	2	2	8	5	2	4	3	5	3	
Профил22	3	3	6	3	2	2	2	2	4	
Профил23	1	4	6	3	1	3	1	1	3	
Профил24	0	1	6	3	1	4	2	1	4	
Профил25	1	1	8	2	1	6	2	2	0	
Профил26	1	1	6	2	1	1	2	1	2	
Профил27	0	0	6	3	1	1	2	1	2	
Профил28	0	0	4	1	0	9	1	1	1	
Профил29	1	0	1	0	1	5	1	0	2	
Профил30	2	1	2	0	1	3	1	1	1	
Профил31	0	0	3	1	0	2	2	1	0	
Профил32	1	0	2	1	2	0	0	1	3	
Профил33	0	0	2	1	2	3	2	0	0	

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „8^{ми} Септември“

број на профил: 0-16

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: јуни 2014

Табела 13. Мерење на попречна рамност

Table13. Measured transversal flatness

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	ПОПРЕЧНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / TRANSVERSAL DECLINATION									
Профил / Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Профил 1										<div>Попречно / Transversal</div> <div>1 2 3 4 5 6</div> <div>Лево /Left Десно/Right</div>
Профил 2	3	1	5	3	2	2				
Профил 3	2	1	4	2	1	1				
Профил 4	2	0	2	1	4	2				
Профил 5	0	1	2	2	4	1				
Профил 6	2	0	1	1	5	2				
Профил 7	2	1	1	1	2	1				
Профил 8	1	1	1	0	1	1				
Профил 9	4	1	3	1	1	1				
Профил10 Дилатација на мост	3	1	2	1	1	1				
Профил11	2	2	1	1	1	0				
Профил12	1	0	0	0	1	1				
Профил13	1	1	0	1	0	0				
Профил14	1	2	0	0	0	1				
Профил15	0	1	2	0	3	0				
Профил16	0	1	1	0	0	2				

5. РЕЗУЛТАТИ

Добиените резултати, а истовремено и оценката на коловозната површина се дадени последователно, односно прво е дадена оценката на состојбата на коловозната површина за мерената рамност на коловозната конструкција на – нулто мерење извршено во 2008 година (за старата состојба), а потоа дадена е оценката за новата состојба на коловозната конструкција во 2014 год. (нова состојба)

За оценка на состојбата на коловозната површина се користени критериумите дадени со прописите на Република Словенија: „*Tehnična specifikacija za javne ceste- TSC 06.610:2003*”, (Табела 7 во прописите), дадени со табела број 14. [4]

Табела 14. Гранични вредности на длабочина на задршка на вода (hm) и (hsm) во колотразите

Table 14. Limit measurements of the depth of water retention in the rutting (hm) and (hsm)

Гранична брзина на возење / Driving speed limit	Единечна мерка / Unit Measure	Длабочина на задржување на вода / Depth of water retention	
		Гранична / Limited (hm)	Крајна гранична / Final limit (hsm)
$V \leq 70 \text{ km/h}$	mm	8	10
$V \geq 70 \text{ km/h}$	mm	4	6

Земајќи ги вообсир вредностите од Табела 16, за граничната вредност на длабочината на задршка на вода (hm) и (hsm) во колотразите, на следната Табела бр.15 се прикажани оценките за состојбата на попречната рамност на коловозната површина и тоа по редослед:

Табела 15. Оценка за состојбата на попречната рамност на коловозната површина.

Table 15. Evaluation of the condition of the transverse flatness of the pavement

Длабочина на задржување на вода / Depth of water retention		Оценка / Evaluation	Бои за означување во сликите / Colours used in the pictures
Гранична / Limited (hm)	Крајна гранична / Ending limit (hsm)		
0 mm	8mm	Поволно/ Favorable	Зелена / Green
8mm	10 mm	Прифатливо / Acceptable	Жолта / Yellow
>10 mm		Неприфатливо/Unacceptable	Црвена / Red

Земени се прописите на Република Словенија, поради немање на соодветни технички регулативи од оваа област во Република Македонија.

5.1. Оцена на мерење на рамност во 2008 г. (нулто мерење)

За извршеното мерење на попречната рамност на коловозната конструкција - нултото мерење на крстосницата „Момин поток“, во 2008 година собрани се 378 податоци. [16]

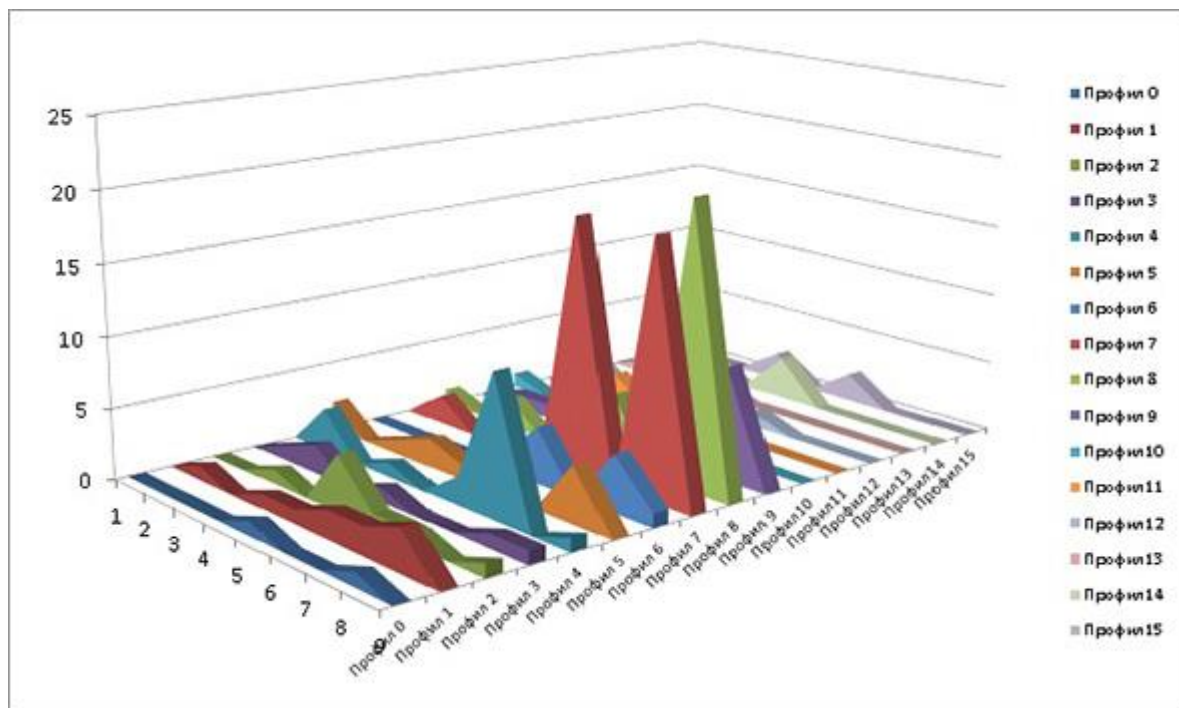
Во табелите бр. 16 и 17, се дадени резултати од извршено мерење на бул. „Никола Карев“, а додека во табела 18 се дадени резултатите од мерењата извршени на бул. „8^{ми} Септември“. Во сликите бр. 47, бр. 48, бр. 50, и бр. 51, се дадени тродимензионалните прикази на колотразите од коловозните површини на булеварот „Никола Карев“, а во сликите бр. 53 и 54 се прикажани тродимензионалните прикази на колотразите од коловозните површини на булеват „8^{ми} Септември“. Оцена на состојбата на коловозната површина од коловозните конструкции на булеварите „Никола Карев“ и „8^{ми} Септември“ прикажана е на сликите бр. 49, бр. 52 и бр. 55.

Табела 16. Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев”
секција 1 (профил 0 - 15)

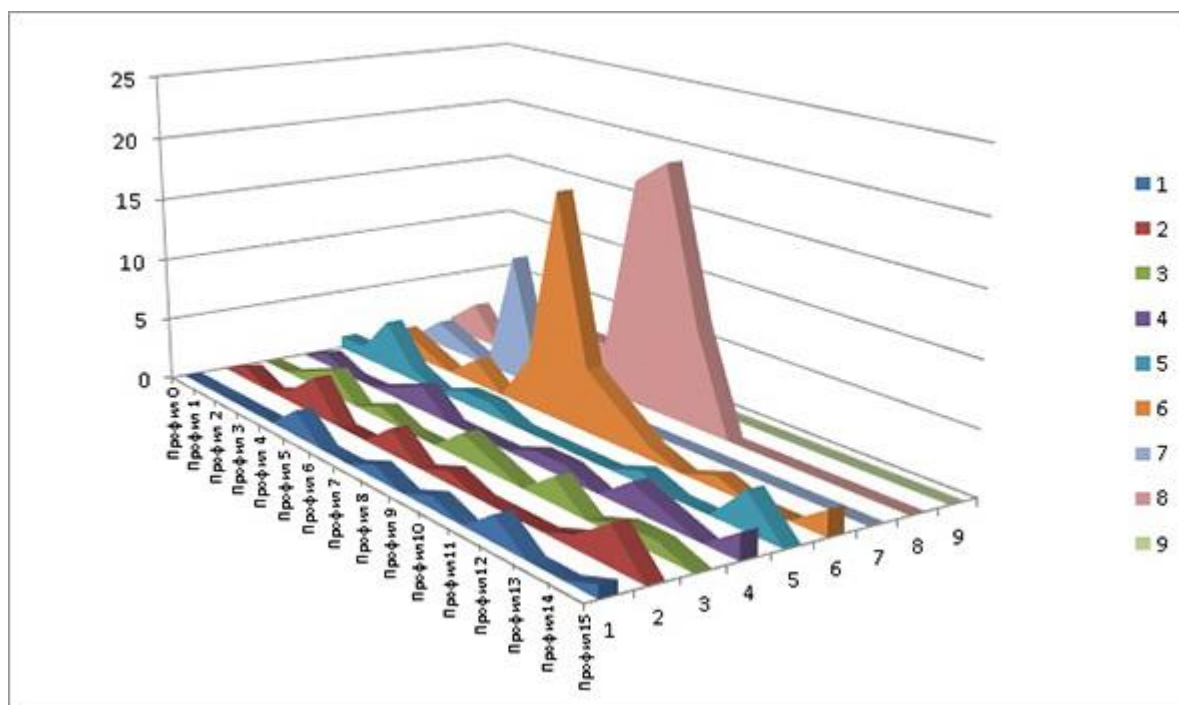
Table 16. Results from measurements on „Nikola Karev” str. Section 1
(profile 0 - 15)

Минимум /Minimum	Просек /Average	Максимум /Maximum	Стандардна девијација/ St.Dev	80%	95%	Бр. на податоци/ Data Num.
0.00	1.34	20.00	3.10	2.00	4.00	126

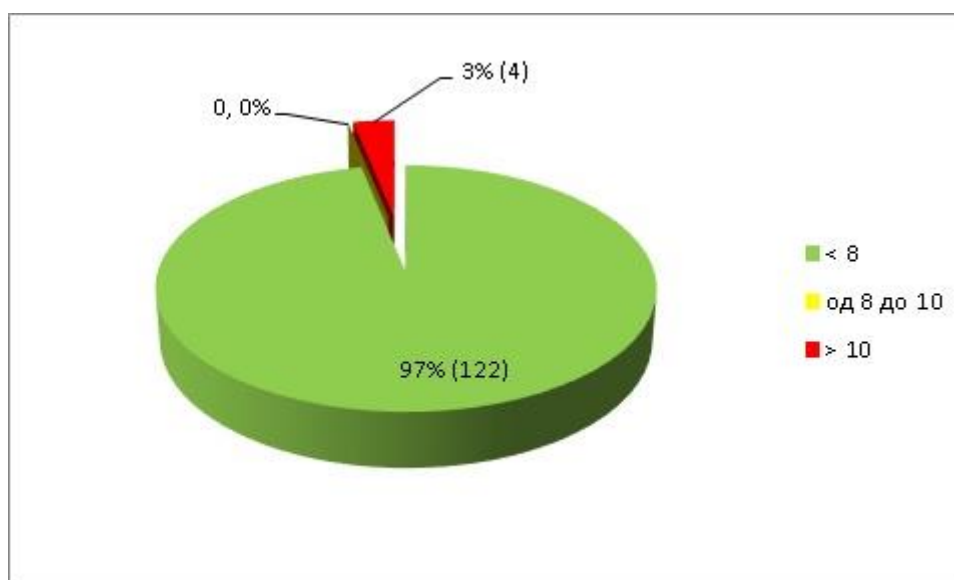
Од извршената анализа може да се забележи дека имаме измерена минимална вредност од 0.00 mm и максимална вредност од 20.00 mm.



Слика 47. Приказ на измерената длабочина на колотразите.
Figure 47 Rut presentation of measured depth.



Слика 48. Приказ на колотразите во надолжна насока.
Figure 48. Rut presentation in longitudinal direction.



Слика 49. Оцена на состојбата.
Figure 49. Evaluation of the condition.

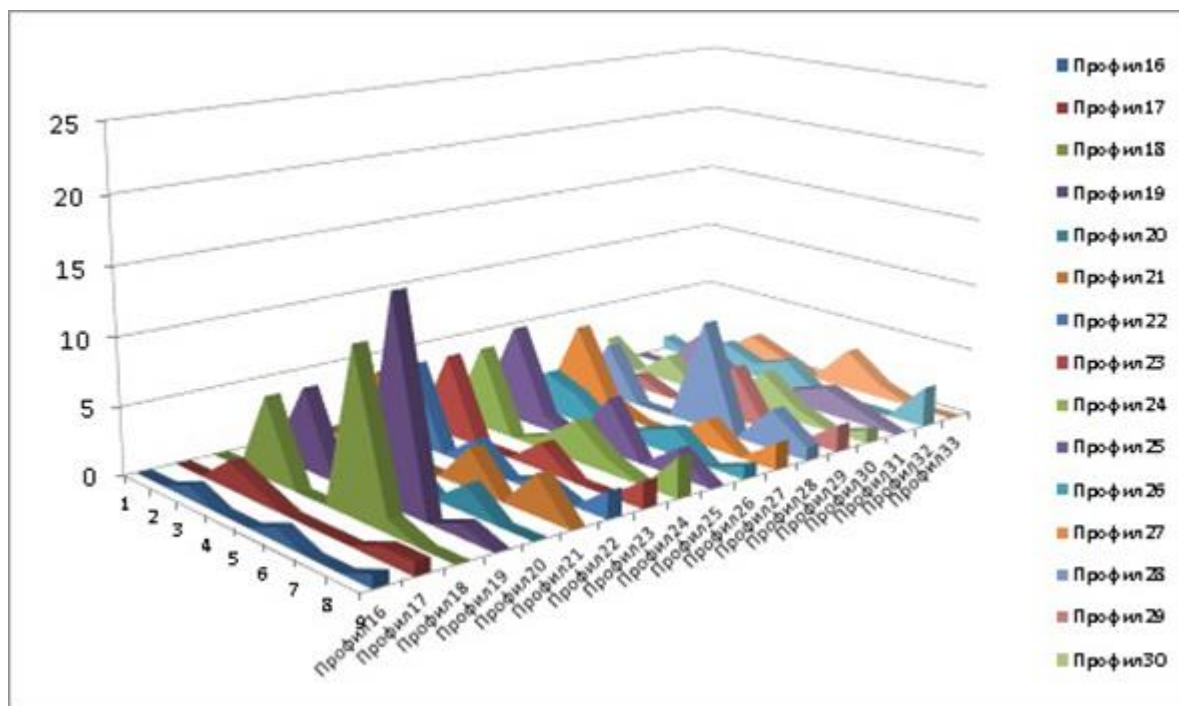
Од оцената на состојбата од попречната рамност на коловозната површина на булевар „Никола Карев“ – секција 1, може да се забележи дека од 126 мерни места, имаме 4 мерни места со неприфатлива оценка и 122 мерни места или 97% со оцена на состојбата – **поволна** (сл. 49).

Табела 17. Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев”
секција 2 (профил 16 - 33)

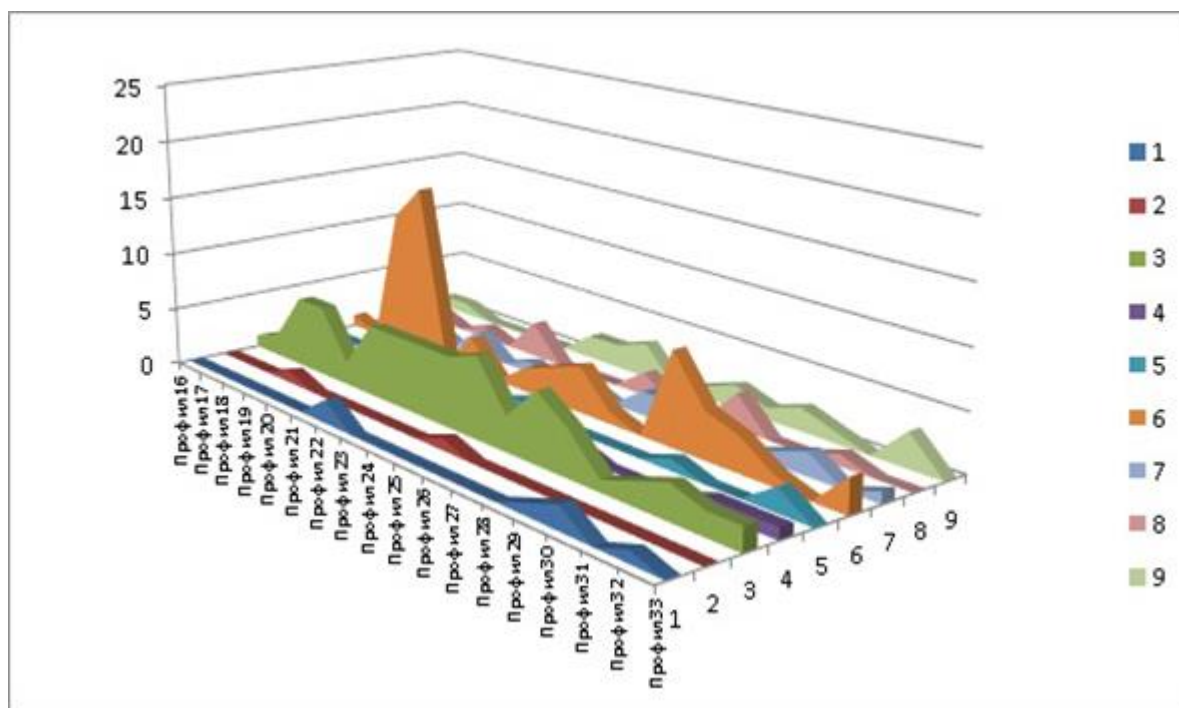
Table 17. Results from measurements on „Nikola Karev” str. Section 1
(profile 16 - 33)

Минимум /Minimum	Просек /Average	Максимум /Maximum	Стандардна девијација/ St.Dev	80%	95%	Бр. на податоци/ Data Num.
0.00	1.23	15.00	2.15	2.00	6.00	162

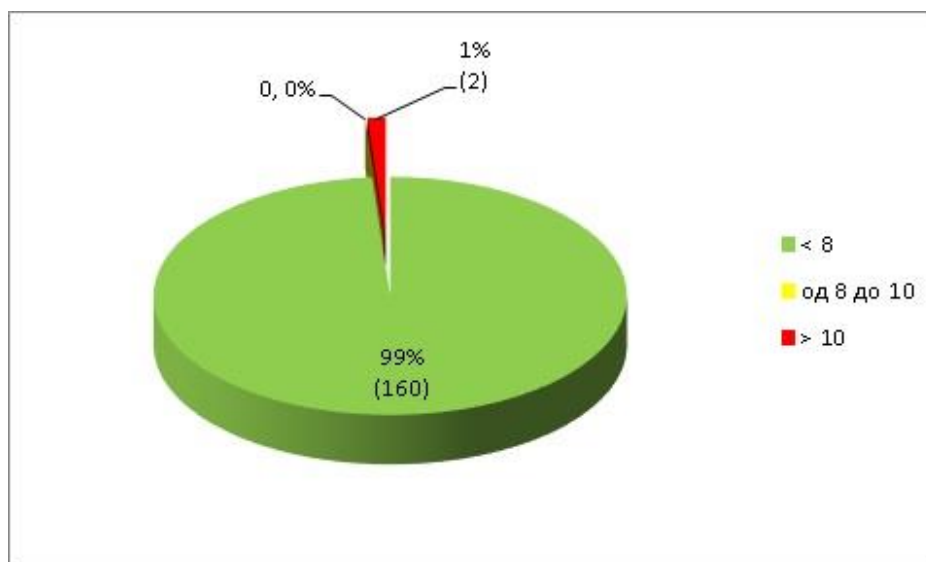
Од извршената анализа може да се забележи дека имаме измерена минимална вредност од 0.00 mm и максимална вредност од 15.00 mm.



Слика 50. Приказ на измерената длабочина на колотразите.
Figure 50. Rut presentation of measured depth.



Слика 51. Приказ на колотразите во надолжен смер.
Figure 51. Rut presentation in longitudinal direction.



Слика 52. Оцена на состојбата
Figure 52. Evaluation of the condition

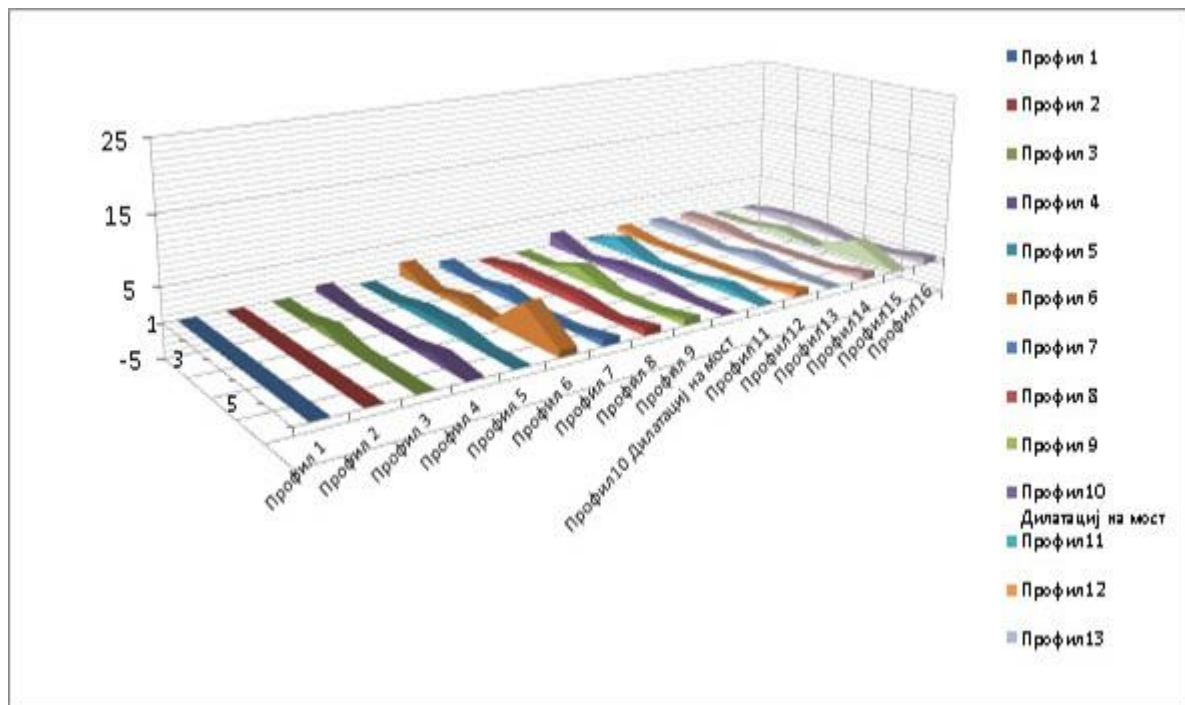
Од оцената на состојбата од попречната рамност на коловозната површина „Никола Карев” – секција 2, се забележува дека од 162 мерни места имаме 2 мерни места со неприфатлива оценка и 160 мерни места или 99% со оцена на состојбата – **поволна** (сл. 52)

Табела 18. Резултати од извршените мерења на бул. „8^{ми} Септември” секција 1 (профил 0 - 16)

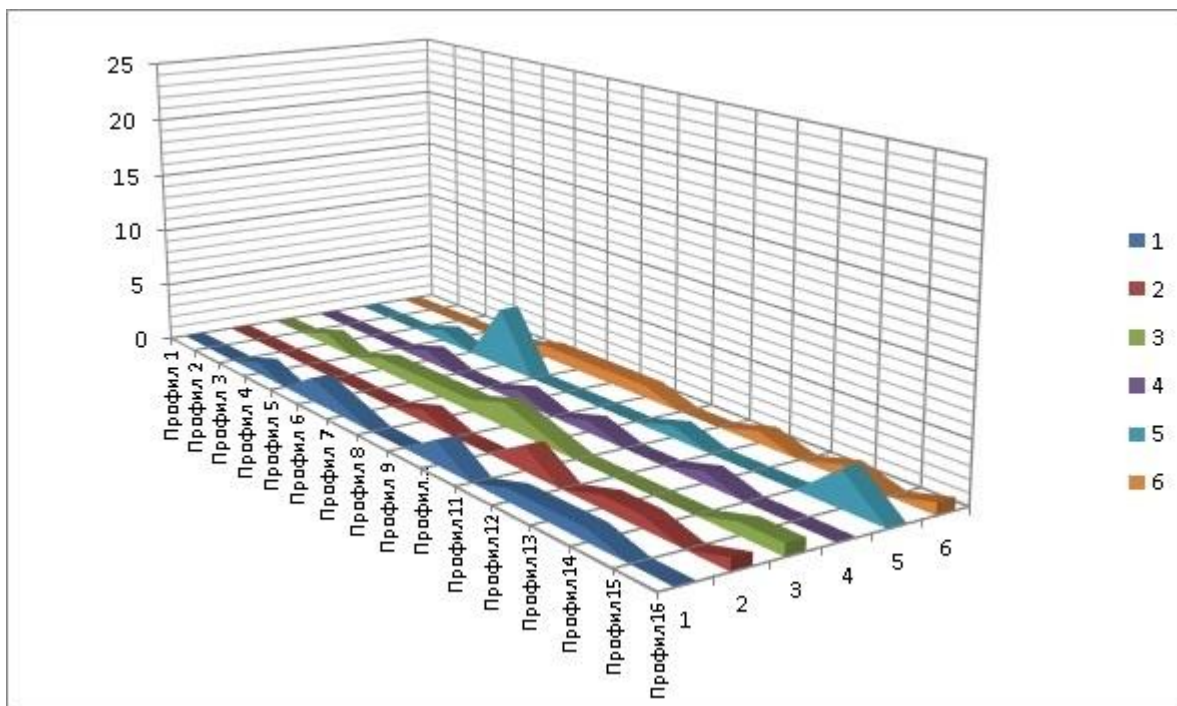
Table 18. Results from measurements on „8th September” str. Section 1 (profile 0 - 16)

Минимум /Minimum	Просек /Average	Максимум /Maximum	Стандардна девијација/ St.Dev	80%	95%	Бр. на податоци/ Data Num.
0.00	0.51	5.00	0.79	1.00	2.00	90

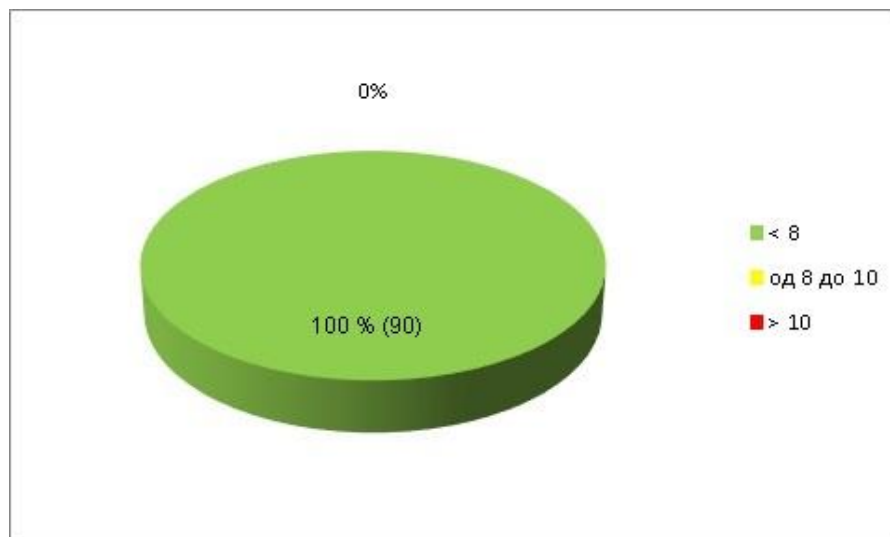
Од извршената анализа може да се забележи дека имаме измерена минимална вредност од 0.00 mm и максимална вредност од 5.00 mm.



Слика 53. Приказ на измерената длабочина на колотразите.
Figure 53. Rut presentation of measured depth.



Слика 54. Приказ на колотразите во надолжна насока.
Figure 54. Rut presentation in longitudinal direction.



Слика 55. Оцена на состојбата.
Figure 55. Evaluation of the condition.

Од оцената на состојбата од попречната рамност на коловозната површина на булевар „8^{ми} Септември“, може да се забележи дека на сите мерни места, односно на 90 мерни места или 100% оцена на состојбата е – **поволна** (сл. 55).

5.2. Оцена на мерење на рамност во 2014 г. (нова состојба)

Извршени се мерења попречна рамност на булевар „Никола Карев“ (на две секции) и „8^{ми} Септември“, при што се собрани 396 податоци за состојбата на коловозната површина. [16]

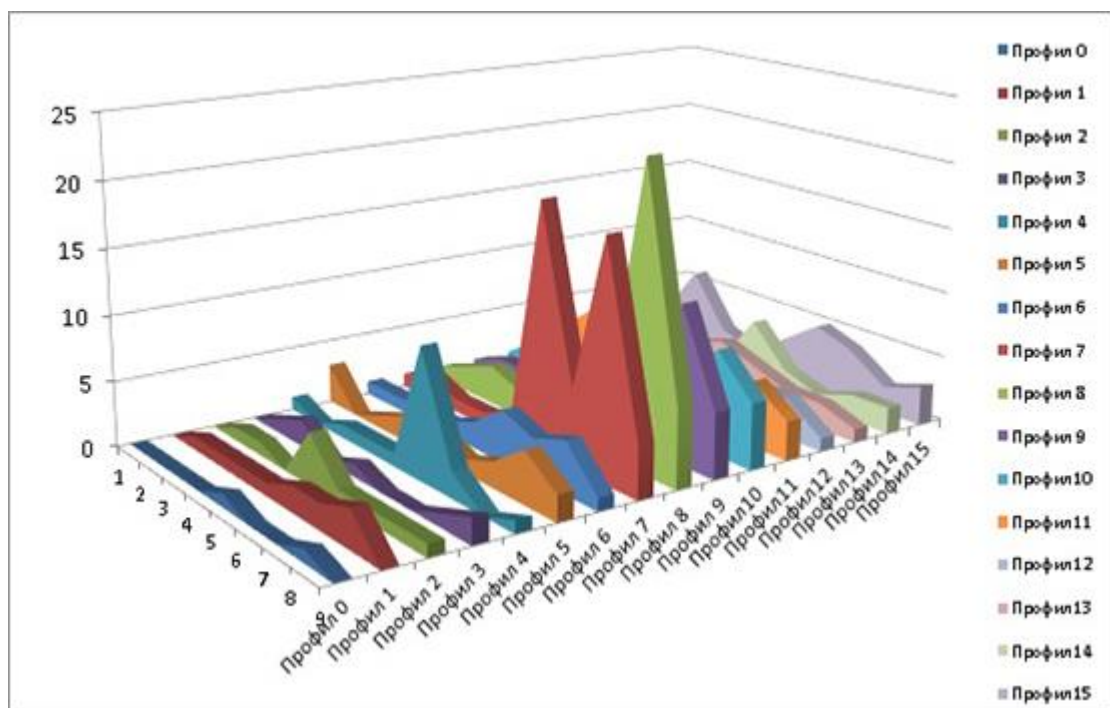
Во следните табели бр. 19 бр. 20, се дадени резултати од извршено мерење на бул. „Никола Карев“, а додека во табела 21 се дадени резултатите од мерењата извршени на бул. „8^{ми} Септември“. Додека на сликите бр.56, бр.57, бр.59, отсликани се тродимензионалните прикази на колотразите од коловозните површини на булеварот „Никола Карев“, а во сликите бр. 62 и 63 тродимензионално се прикажани колотразите од коловозните површини на булеварот „8^{ми} Септември“. Оцена на состојбата на коловозната површина од коловозните конструкции на булеварите „Никола Карев“ и „8^{ми} Септември“ дадена е на сликите бр.58, бр. 61 и бр. 64.

Табела 19. Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев“ секција 1 (профил 0 - 15)

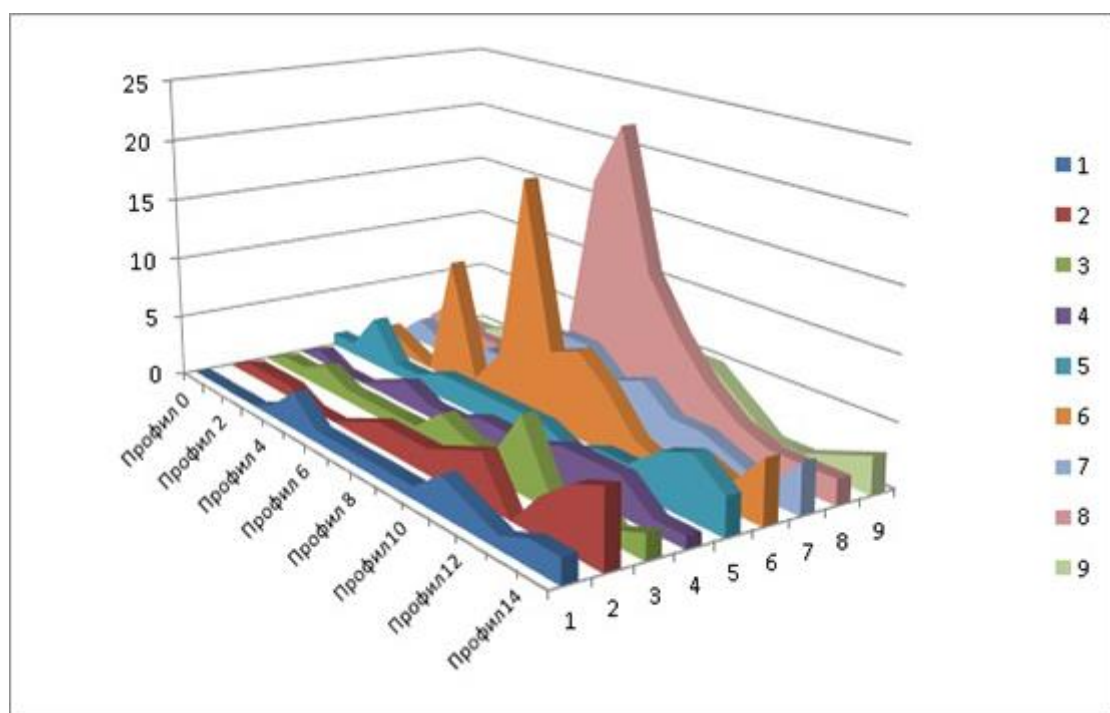
Table 19. Results from measurements on „Nikola Karev“ str. Section 1 (profile 0 - 15)

Минимум /Minimum	Просек /Average	Максимум /Maximum	Стандардна девијација/ St.Dev	80%	95%	Бр. на податоци/ Data Num.
0.00	2.60	23.00	3.24	4.00	6.00	144

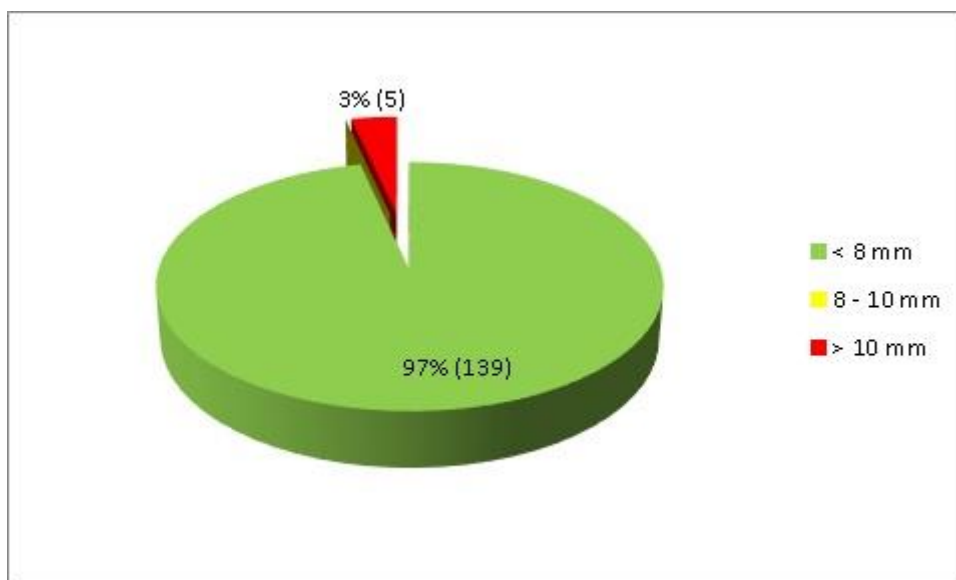
Од извршената анализа може да се забележи дека имаме измерена минимална вредност од 0.00 mm и максимална вредност од 23.00 mm.



Слика 56. Приказ на измерената длабочина на колотразите.
Figure 56. Rut presentation of measured depth.



Слика 57. Приказ на колотразите во надолжна насока.
Figure 57. Rut presentation in longitudinal direction.



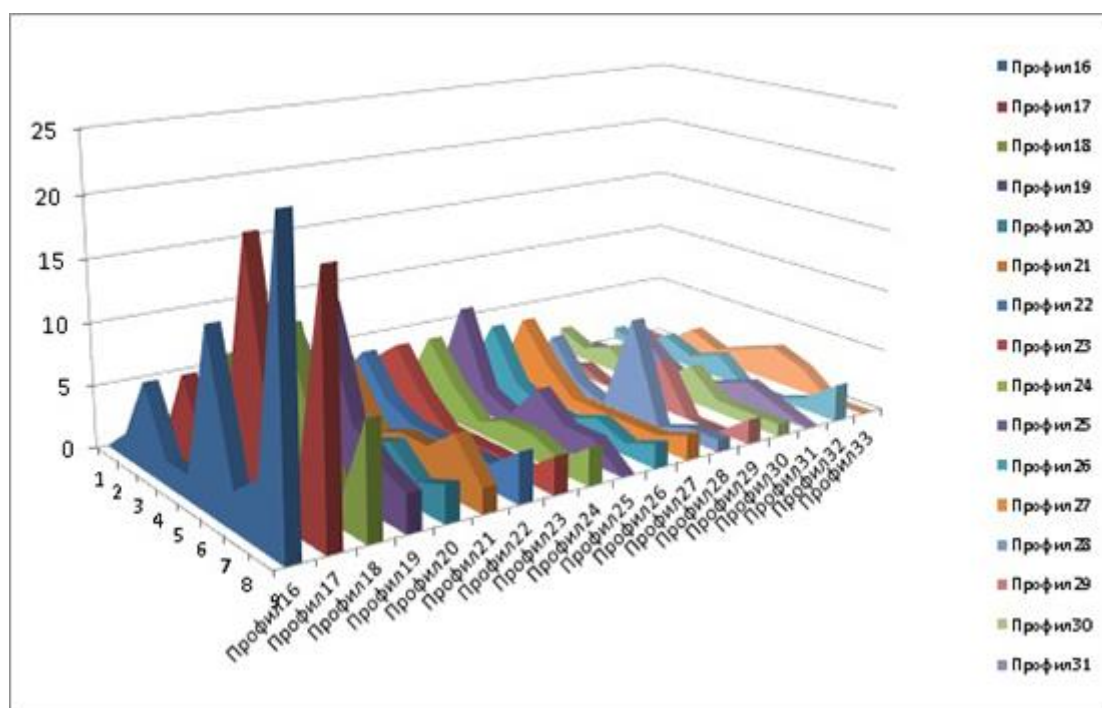
Слика 58. Оцена на состојбата.
Figure 58. Evaluation of the condition.

Од оцената на состојбата од попречната рамност на коловозната површина булевар „Никола Карев” – секција 1, може да се забележи дека од 144 мерни места, имаме 5 мерни места со неприфатлива оценка и 139 мерни места или 97% со оцена на состојбата – **поволна** (сл. 58).

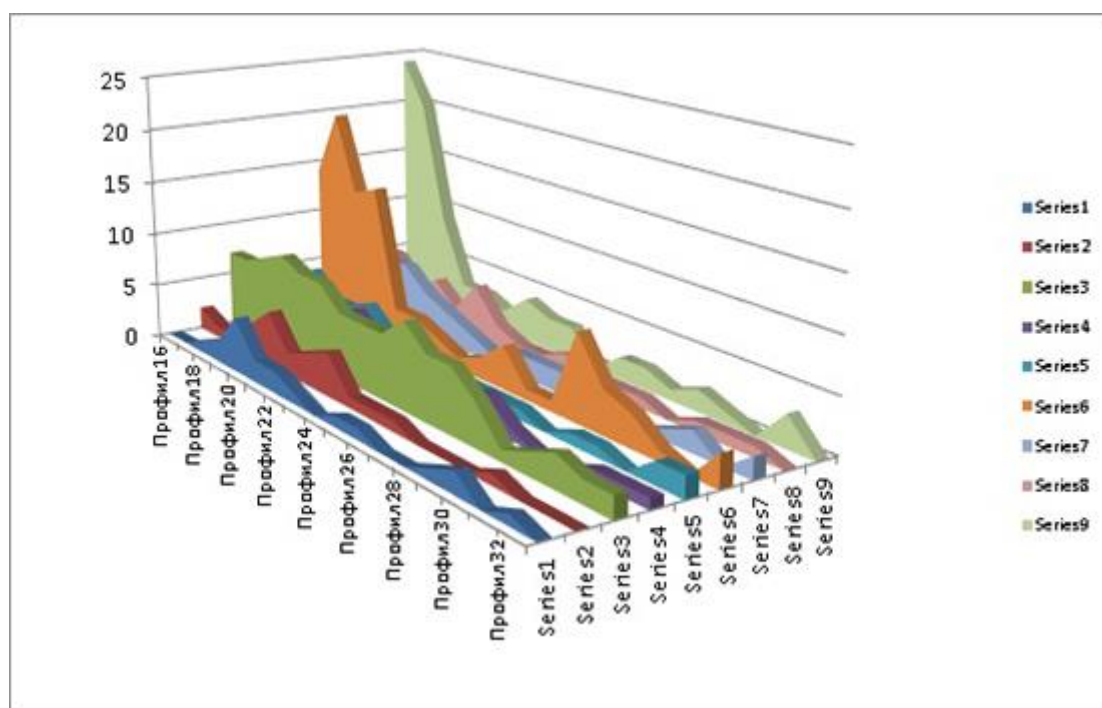
Табела 20. Резултати од извршените мерења на бул. „Никола Карев” секција 2 (профил 16 - 33)
Table 20. Results from measurements on „Nikola Karev” str. Section 1 (profile 16 - 33)

Минимум /Minimum	Просек /Average	Максимум /Maximum	Стандардна девијација/ St.Dev	80%	95%	Бр. на податоци/ Data Num.
0.00	2.91	24.00	3.64	4.00	8.00	162

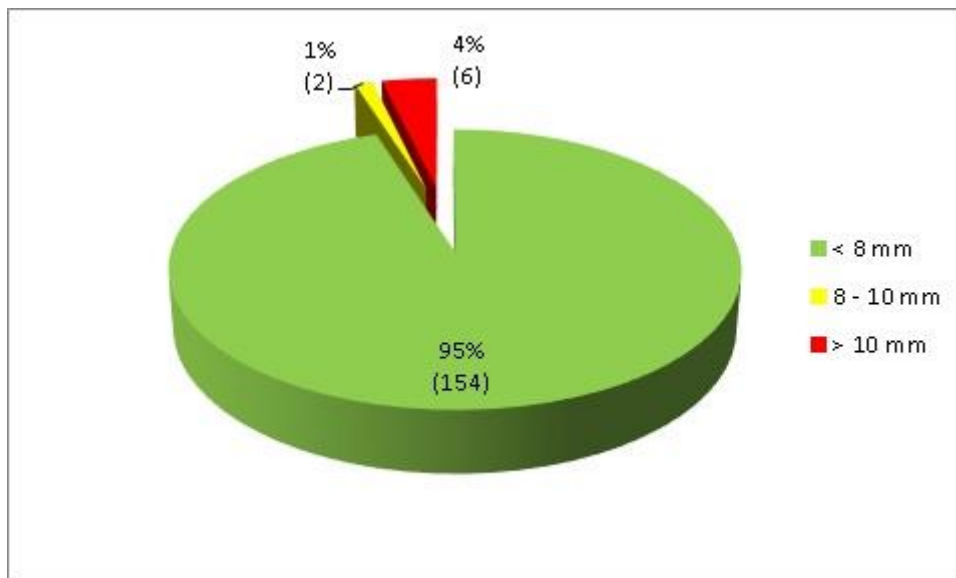
Од извршената анализа може да се забележи дека имаме измерена минимална вредност од 0.00 mm и максимална вредност од 24.00 mm.



Слика 59. Приказ на измерената длабочина на колотразите.
Figure 59. Rut presentation of measured depth.



Слика 60. Приказ на колотразите во надолжна насока.
Figure 60. Rut presentation in longitudinal direction.



Слика 61. Оцена на состојбата.
Figure 61. Evaluation of the condition.

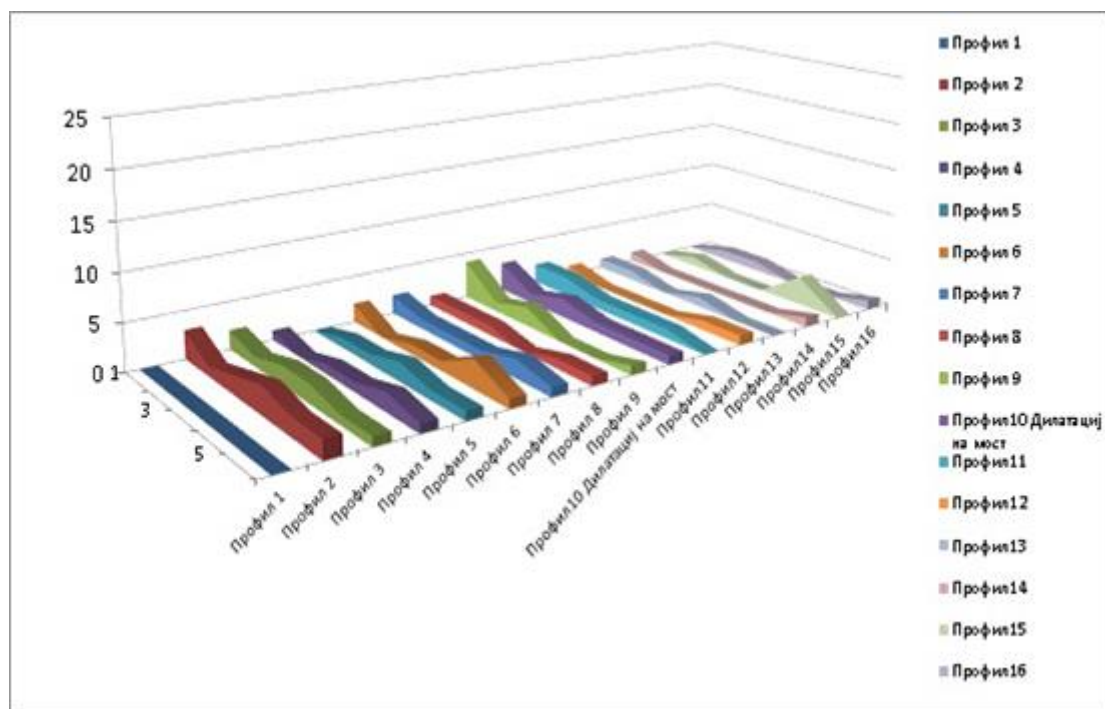
Од оцената на состојбата од попречната рамност на коловозната површина за булевар „Никола Карев” – секција 2, се забележува дека од 162 мерни места, имаме 6 мерни места со неповолна оцена, 2 мерни места со прифатлива оцена и 154 мерни места или 95% со оцена на состојбата – **поволна** (сл. 61).

Табела 21. Резултати од извршените мерења на бул. „8^{ми} Септември” секција 1 (профил 0 - 16)

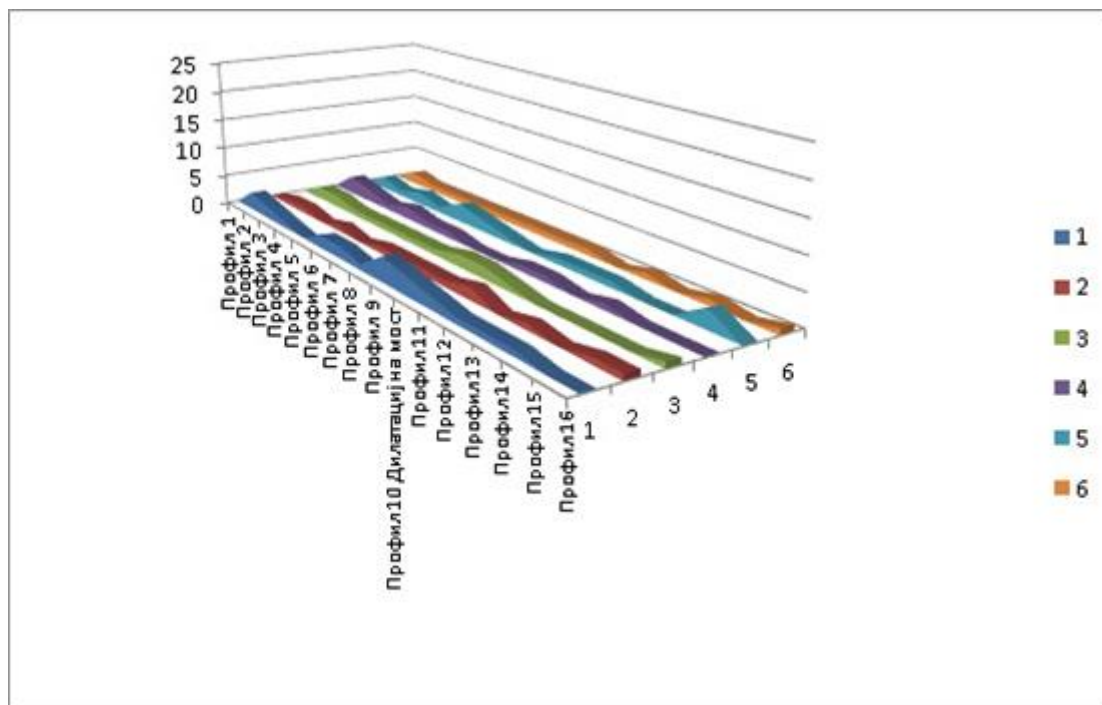
Table 21. Results from measurements on „8th September” str. Section 1 (profile 0 - 16)

Минимум /Minimum	Просек /Average	Максимум /Maximum	Стандардна девијација/ St.Dev	80%	95%	Бр. на податоци/ Data Num.
0.00	1.04	4.00	0.87	2.00	3.00	90

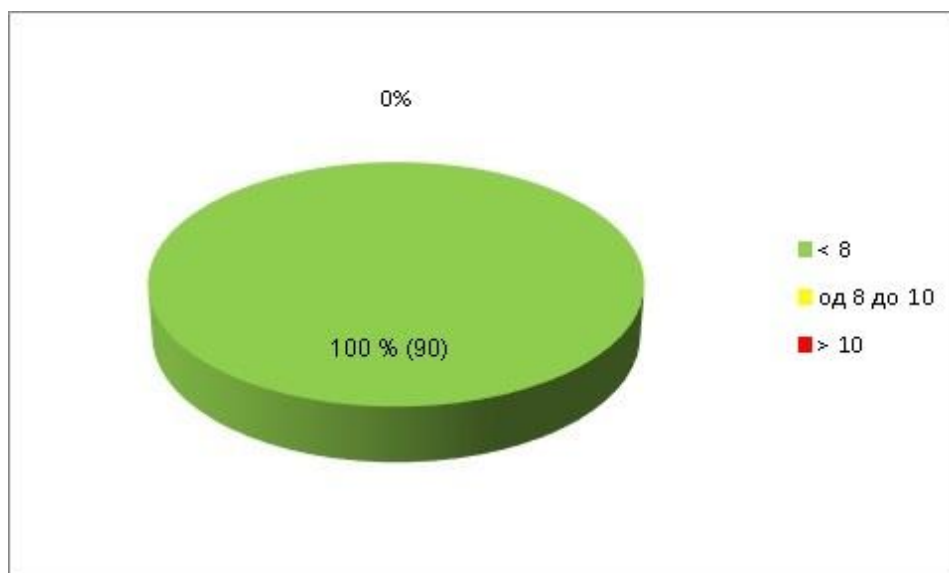
Од извршената анализа може да се забележи дека имаме измерена минимална вредност од 0.00 mm и максимална вредност од 4.00 mm.



Слика 62. Приказ на измерената длабочина на колотразите.
Figure 62. Rut presentation of measured depth.



Слика 63. Приказ на колотразите во надолжна насока.
Figure 63. Rut presentation in longitudinal direction.



Слика 64. Оцена на состојбата.
Figure 64. Evaluation of the condition.

Од оцената на состојбата од попречната рамност на коловозната површина за булевар „8^{ми} Септември“, имаме на 90 мерни места, односно на 100% од мерните места оцена на состојбата е – **поволна** (сл. 52).

6.ДИСКУСИЈА

Од измерените вредности, како и од направената евалуација на состојбата на коловозната површина, може да се забележи дека пластичните деформации – колотрази, се појавени на сите секции, но дека состојбата е прилично стабилна. Длабочината на колотразите се движи од 0,00 mm до 24,00 mm (измерено на ул. „Никола Карев“ секција 2, на 16 профил). Исто така, може да се забележи дека појавата на колотрази е произразена пред семафорот поради кочење и запирање на возилата, на возните ленти со поголеми наклони по кои се движи тешкиот сообраќај и во зоната на крстосницата, додека во останатите делови коловозната конструкција се однесува сосема стабилно и без поголеми пластични деформации.

Повеќе фактори влијаат на длабочината на браздата – колотрагот на асфалт бетонот (АБ), како :

- Брзината на движење.
- Оптеретувањето од оската на возило.
- Дебелината на коловозот
- Температурата и
- Својствата на материјалот на АБ.

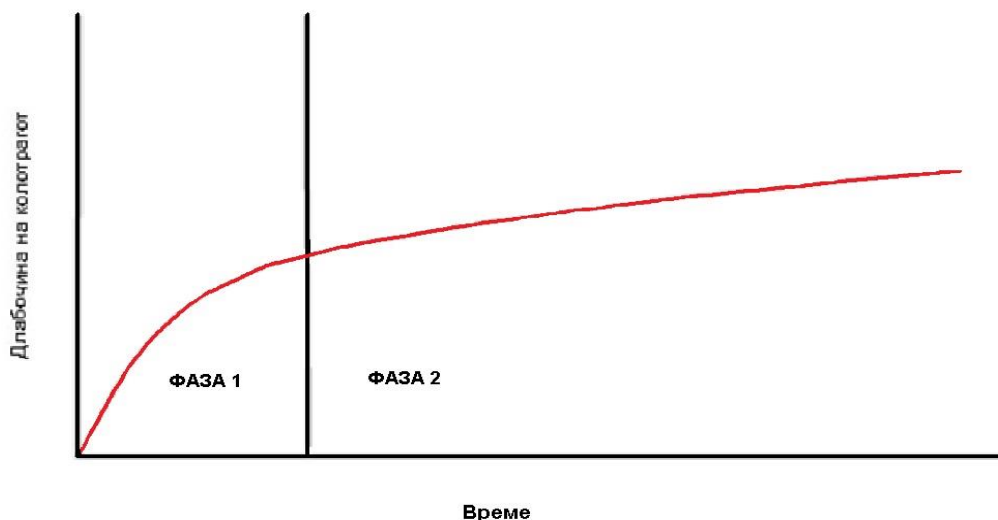
Исто така, претходните истражувања покажуваат дека е утврдена:

- нелинеарна релација меѓу длабочината на колотрагот и времето (фаза 1 на слика 65, почетен период од експлоатација),

а потоа оваа состојба се менува во:

- линеарна зависност со текот на времето (фаза 2 од слика 65, во експлоатационен период).

Во првата фаза, асфалтниот слој дополнително се компримираат (збиваат) под дејство на сообраќајното оптеретување на возилата, при што длабината на браздата (колотрагот) се зголемува во значителна мера, додека во втората фаза зголемувањето на браздењето (колотрагот) е со значително намален интензитет (сл. 65).



Слика 65. Длабочина на колотразите во однос на времето.
Figure 65. Rut depth vs. time.

Многубројни истражувања и студии дале можност да се предвиди големината на колотрагот во флексибилните коловозни конструкции, една од нив е дадена подолу:

$$RD = \alpha \times N^{\beta} \times T^{\theta}$$

Каде се:

RD..... Длабочина на колотразите (ruth depth)

N..... Повторувачко оптоварување

T..... Температура и

α, β, θ ... коефициенти на равенката

Во најголем дел утврдено е дека проектирањето на асфалтната мешавина т.е. изборот на камена ситнеж, камено брашно и типот на битуменот (врзното средство), може битно да влијаат на добивање на композитен материјал – условно речено резистентен на појава на пластични деформации – колотрази. Воглавно ова се постигнува со правилен избор на соодносот меѓу компонентите што ја сочинуваат асфалтната мешавина.

Во конкретниот случај за крстосницата „Момин поток“, рехабилитацијата на постојните деформации во асфалтните слоеви е извршена со субституција на оштетениот (деформираниот) асфалтен слој, со:

- посебно дизајнирана горна носива подлога - БНС 32 сА со полимер битумен – ЕЛАСТОМЕР (тип РmВ 60-90), со дополнителна задача на израмнителен слој и просечна дебелина од 8 см.,
- додека завршниот слој е проектиран и изведен со мешавина АБ 22с со полимер битумен – ПЛАСТОМЕР (тип РmВ 45s), и дебелина на слојот од 6 см.

Употребениот полимер битумен е според европските норми (ONORM B 3613 и DIN 53946), додека асфалтната мешавина е компонирана според МК - стандардите МКС У.Е4.014 и МКС У Е9.021. За полимеризација на битуменот од типот ЕЛАСТОМЕР користен е полимер од типот SBS – (Stiren – Butadien – Stiren), производство на Шел (Shell) со комерцијално име Кратон (Kraton) – 1101.

За сите мешавини вршена е контрола на квалитетот, при што во анализи на резултатите забележлива е предноста на полимер битуменот од типот „SBS“, во смисла на зголемена стабилност на мешавината во однос на нормирано течење, при што автоматски се добива зголемена крутост.

Покрај овие мешавини анализирана е можноста на примена и на други типови на асфалтни мешавини, применети во светската практика, а делумно и кај нас, со позитивно искуство. При што некои од нив ги наведувам, земајќи го предвид влијанието на типот на асфалтната мешавина врз појавата на колотрази (браздењето).

Утврдено е дека подобрување на квалитетот на асфалтната мешавина се постигнува со различни типови на додатоци – типови на адитиви како што се :

- Полимери.
- Целулозни влакна.
- Влакна од неорганско потекло и др.

Покажано е дека асфалт бетонот по системот CMA (Stone Mastic Asphalt - SMA) има поголема отпроност на појава на колотрази, споредено со стандардната асфалтбетонска мешавина, со оглед дека се формира скелетна минерална структура, со оваа мешавина се абсорбира поголема количина на битумен, со што се создава контакт меѓу крупните агрегатни зрна. Дополнително, со користење на минерални пополнувачи, како варовник во прав, значително се подобруваат својствата на отпорноста на создавање на колотрази на асфалтните коловози.

Професорот Чиу (Chiu) и други воведуваат тест со тркало на различни асфалтни мешавини како: SMA 13, SMA 19 и на стандардната асфалтбетонска мешавина. Тие истакнуваат дека стапката на браздење (rate of rating RR) за асфалт со додаток на гума (AR) - SMA мешавина има помала вредност во споредба со конвенционалните SMA мешавини. Уште повеќе, утврдено е дека мешавината со поголеми димензии на агрегатните зрна има поголема отпорност на пластичните деформации. Затоа, AR-SMA 19 има поголема отпорност на создавање на колотрази во однос асфалтната мешавина со конвенционалната структура.

Резултатите покажуваат дека DS се зголемува со зголемување на процентот на гума, па така примерокот со 3% рециклирана гума покажува најголема отпроност на пластичните деформации. Нормално поголема DS значи и поголема отпорност кон пластични деформации.

Во испитувањата на професорите Хинислиаглу и Агар (Hinislioğlu и Ağar) е покажано дека отпроноста на појава на колотрази кај асфалтната мешавина се подобрува со додавање на различен процент на полиетил, отпад од шиндра. Истите професори со друго испитување докажуваат дека со додавање на графитна прашина во битуменот може да се зголемат карактеристиките по однос на појавата на пластичните деформации.

Со други студии е докажано дека има ефект од додавања на минерални и целулозни влакна, имено со додавање на мала количина на јаглени влакна значајно се зголемуваат отпорноста од пластичните деформации.

Покажано е дека мешавини со поедра скелетна структура и поголеми содржини на битумен имаат помала отпорност од појава на прснатини и покажуваат позитивен однос во пластичните деформации. Влакната и полимерите може да абсорбираат одредена количина од оштетувањето од сообраќајното оптеретување врз основа на нивните својства. Исто така, тие создаваат тридимензионален мрежен ефект на површината на агрегатните зрна и ги заштитуваат од нивна сегрегација.

Пластичните деформации се појавуваат како резултат на повторливото оптеретување од тешкиот сообраќај со прогресивна акумулација на пластични деформации под влијание на притисокот на пневматиците (гумите). Својствата на браздење се во тесна врска со:

- типот на патната конструкција,
- типот на коловозот и
- процентот на шуплини во асфалтните мешавини.
- Реолошките својства на асфалтот како што е вискозноста



Слика 66. Машина за тест со движење на тркала.
Figure 66. Wheel tracking test machine.

Постојат различни тестови што ја одредуваат отпорноста од појава колотрази на асфалтните мешавини како на пример: тестот со повторување на движење на тркало (сл. 66). Тестот на стабилност на Маршал до некој степен

има корелација со карактеристиките на појава на колотрази на асфалтните мешавини.

Покрај оштетувањата на асфалтните површини од типот пукнатини и колотрази, настанати освен од зголемено сообраќајно оптеретување и геотехнички климатски услови на средината, може да бидат појавени како последица на грешка при изведување или при проектирање на коловозната конструкција.

Според истражувањата на професорот Арабани (Arabani) и други постојат два начина да се создаде подолготраен коловоз:

- Прв начин е со примена на подебел слој на асфалтен коловоз кој ќе ја зголеми цената на конструкција и
- Втор начин е со правење на асфалтна мешавина со модифицирани карактеристики. Модифицираните битумени (како на пример, модифицираниот полимер битумен) исто така се препорачуваат како начини за зголемување на отпорноста на асфалтните мешавини од појава на колотрази и пукнатини на асфалтниот коловоз.

7.3 АКЛУЧОК

Може да се заклучи дека фактори кои битно влијаат на појавата на попречна нерамност – длабочина на колотрази се: сообраќајното оптоварување, климатските услови, квалитетот на изведената коловозна конструкција и квалитетот на употребените материјали. Со додавањето на адитиви (како што се на пр. полимерите) во составот на асфалтната мешавина – модифицирани асфалт бетони, се придонесува за подобрување на издржливоста, односно овие асфалтни мешавини имаат поголема отпорност на создавање колотрази на определени температури, отколку конвенционалните асфалтни мешавини. [6]

На продолжување на животниот век на коловозната конструкција, односно зголемување на отпорноста на создавање на колотрази, освен додадените адитиви во битуменот, влијание има и големината на минералниот агрегат. Асфалтните мешавини со поголеми агрегатни зрна, имаат поголема отпорност на создавање пластични деформации – колотрази. [13]

Исто така, може да се констатира дека колотразите и можноста за создавање на аквапланинг се наоѓаат во правопрпорционална зависност, бидејќи колку е поголема длабочината на колотразите, толку е поголема и висината на вода која се задржува во нив, а висината на вода на возната површина е предуслов за создавање на аквапланинг. За опасноста од појава на аквапланинг е значајно да се истакне дека, доколку аквапланингот еднаш се создаде тој не престанува, дури и кога на возната површина дојде и до значително намалување на дебелината на воден слој. [11]

Како препораки кои ќе придонесат за подобрување на состојбата на патната мрежа во градот Скопје во рамките на Системот за управување со патиштата, може да се наведат следниве мерки:

- Усвојување на критериуми за одредување на длабочината на колотразите.
- Редовни мерења на рамноста – длабочина на колотрази.
- Евалуација на состојбата на напречната рамност.
- Преземање на мерки за нивно санирање.
- Употреба на модифицирани асфалт бетони.
- Подобрување на дренажната способност на возните површини.

како фактори кои битно влијаат на создавањето на пластични деформации на коловозната површина – колотрази.

Систематското следење на состојбата по однос на сите параметри, дава можност да се оформи Банка на податоци. Со тоа ќе се овозможи рационално проектирање на рехабилитациите на градските сообраќаници, на тој начин би се напуштиле интуитивниот пристап, а би се прифатил пристапот применет во развиените европски земји.

Преземањето на сите предложени мерки, за очекување е да резултира со повеќе бенефити за корисниците на сообраќајниците – граѓаните и секако за сопствениците на сообраќајниците или градската администрација.

Главни бенефити се:

- Зголемување на безбедноста во сообраќајот (од аспект на негативните последици предизвикани од колотразите) и
- Оптимизација на вложените средства.

8. ПРИЛОЗИ

8.1. Фотографии на сегашна состојба на крстосницата „Момин поток“

8.2. Извршени мерња на надолжна рамност

8.3. Извештај за квалитет на произведена и вградена асфалтна мешавина и измерена рамност на асфалтната конструкција

**8.1. Фотографии од сегашната состојба на крстосницата
„Момин поток“ [17]**







8.2. Извршени мерења на надолжна рамност [5, 16]

Вршени мерења во 2008 г. (нулто мерење)

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „Никола Карев“ - Секција 1

број на профил: 0-15

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: октомври 2008

Табела 22. Мерена надолжна рамност

Table 22. Measured longitudinal flatness

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	НАДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION									
Профил/ Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<div>Надолжно /Longitudinal</div> <div>147</div> <div>258</div> <div>369</div> <div>Лево/LeftДесно/Right</div>
Профил 0	0	0	0	0	9	3	0	1	4	
Профил 1	0	1	0	0	2	3	0	1	4	
Профил 2	1	0	2	0	0	1	1	0	2	
Профил 3	6	0	1	1	0	6	0	0	2	
Профил 4	3	0	0	0	0	3	1	0	0	
Профил 5	1	0	1	1	0	2	0	0	1	
Профил 6	0	0	0	0	2	0	1	0	2	
Профил 7	2	0	0	1	0	2	0	0	3	
Профил 8	0	3	0	0	3	1	0	2	1	
Профил 9	1	0	2	0	0	3	0	0	1	
Профил10	1	0	1	2	0	0	/	/	/	
Профил11	0	1	0	0	0	2	/	/	/	
Профил12	1	2	0	0	2	1	/	/	/	
Профил13	0	0	1	0	0	1	/	/	/	
Профил14	0	1	0	0	1	0	/	/	/	
Профил15	1	0	0	1	0	0	/	/	/	

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „Никола Карев“ – Секција 2

број на профил: 16-33

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: откомври 2008

Табела 23. Мерена надолжна рамност
Table 23. Measured longitudinal flatness

Table 26: Measured longitudinal flatness										
Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	НАДОЛЖНО ОДСТ. (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION									
Профил / Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Профил16	0	0	0	1	0	1	0	1	0	<div>Надолжно / Longitudinal</div> <div><div>147</div><div>258</div><div>369</div></div> <div>Лево/LeftДесно/Right</div>
Профил17	0	0	3	0	2	1	0	0	1	
Профил18	0	2	3	0	0	3	0	2	0	
Профил19	1	0	1	0	0	4	1	0	0	
Профил20	0	0	2	0	1	2	0	2	1	
Профил21	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
Профил22	0	0	3	1	0	1	0	2	0	
Профил23	0	1	3	0	1	1	0	1	0	
Профил24	1	0	2	1	0	0	1	0	0	
Профил25	0	1	1	2	0	0	0	2	1	
Профил26	1	0	1	0	1	1	0	2	0	
Профил27	0	0	2	0	1	0	2	0	3	
Профил28	0	1	1	2	0	2	0	1	0	
Профил29	0	0	0	0	3	0	0	1	0	
Профил30	1	0	0	0	1	0	1	1	0	
Профил31	2	0	1	0	0	0	0	0	1	
Профил32	0	1	1	0	1	0	1	0	0	
Профил33	2	0	0	1	0	1	0	0	0	

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „8-ми Септември“

број на профил: 0-16

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: октомври 2008

Табела 24. Мерена надолжна рамност
Table 24. Measured longitudinal flatness

Table 2-1. Measured longitudinal pathness

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON							ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	НАДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION							
Профил/ Profile	1	2	3	4	5	6	7	
Профил 1								
Профил 2	0	0	0	2	1	2		
Профил 3	1	0	1	0	0	0		
Профил 4	0	0	0	2	4	1		
Профил 5	2	0	6	1	0	2		
Профил 6	2	0	1	0	0	2		
Профил 7	0	2	2	3	0	2		
Профил 8	0	8	1	2	3	0		
Профил 9	0	6	2	1	1	0		
Профил10 Дилатациј на мост	12	0	4	1	0	0		
Профил11	1	0	0	2	0	1		
Профил12	1	1	0	0	1	0		
Профил13	0	1	0	0	1	0		
Профил14	0	2	0	0	0	3		
Профил15	1	0	0	0	1	0		
Профил16	2	1	0	1	1	0		

Надолжно / Longitudinal

14

25

36

Лево/ LeftДесно/Right

Вршени мерења во 2014 г. со мерна летва од 4m

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „Никола Карев“ – Секција 1

број на профил: 0-15

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: јуни 2014

Табела 25. Мерење на надолжна рамност

Table 25. Measured longitudinal flatness

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	НАДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION									
Профил / Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Профил 0	0	0	0	0	9	3	0	1	4	
Профил 1	0	1	0	1	3	3	0	1	4	
Профил 2	2	0	2	0	1	2	1	0	3	
Профил 3	6	4	1	1	0	6	0	0	2	
Профил 4	4	5	1	1	0	3	1	0	0	
Профил 5	1	0	1	1	0	2	1	2	2	
Профил 6	2	1	1	1	3	1	2	1	3	
Профил 7	6	5	1	1	2	3	1	2	3	
Профил 8	2	4	2	2	3	2	1	3	2	
Профил 9	1	4	2	1	1	3	0	0	2	
Профил10	2	6	1	2	1	3	/	/	/	
Профил11	3	4	2	1	2	3	/	/	/	
Профил12	0	0	2	1	1	2	/	/	/	
Профил13	2	5	1	1	0	2	/	/	/	
Профил14	3	4	1	1	2	1	/	/	/	
Профил15	2	4	0	1	1	1	/	/	/	

Надолжно /Longitudinal

147

258

369

Лево/LeftДесно/Right

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „Никола Карев“ – Секција 2

број на профил: 16-33

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: јуни 2014

Табела 26. Мерење на надолжна рамност

Table 26. Measured longitudinal flatness

Table 26: Measured longitudinal flatness										
Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON									ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	НАДОЛЖНО ОДСТ. (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION									
Профил / Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Профил16	4	8	1	1	0	1	1	0	0	<div>Надолжно / Longitudinal</div> <div><div>147</div><div>258</div><div>369</div></div> <div>Лево/LeftДесно/Right</div>
Профил17	2	1	3	1	2	2	1	1	1	
Профил18	6	4	3	1	1	4	1	2	1	
Профил19	5	4	2	0	1	4	1	0	1	
Профил20	0	2	3	5	8	3	1	3	2	
Профил21	1	1	1	2	1	1	2	1	1	
Профил22	0	0	3	1	0	1	0	2	1	
Профил23	1	2	3	1	1	3	0	1	0	
Профил24	2	0	3	1	1	0	1	1	0	
Профил25	2	1	2	2	1	1	0	2	1	
Профил26	2	1	2	0	1	1	1	2	1	
Профил27	0	0	3	1	2	1	2	1	3	
Профил28	0	1	1	2	1	2	0	1	1	
Профил29	0	0	0	0	3	0	0	1	0	
Профил30	1	0	0	0	1	0	1	1	0	
Профил31	2	1	1	0	0	1	0	0	1	
Профил32	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
Профил33	2	0	0	1	0	1	0	1	1	

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „8-ми Септември“

број на профил: 0-16

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: мерна летва од 4m

дата на мерење: јуни 2014

Табела 27. Мерење на надолжна рамност

Table 27. Measured longitudinal flatness

Table 27.1. Measured longitudinal distances

Стационажа / Station	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON							ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА / POSITION OF THE TRUNCHEON
	НАДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION							
Профил/ Profile	1	2	3	4	5	6	7	
Профил 1								
Профил 2	6	5	4	2	1	2		
Профил 3	1	1	1	0	0	1		
Профил 4	1	0	2	2	5	2		
Профил 5	3	1	6	2	2	4		
Профил 6	2	1	3	2	6	3		
Профил 7	5	4	3	3	5	2		
Профил 8	7	8	2	2	4	1		
Профил 9	14	8	3	1	1	1		
Профил10 Дилатациј на мост	13	12	11	2	1	1		
Профил11	3	1	2	2	1	1		
Профил12	1	1	0	1	1	0		
Профил13	0	1	0	1	1	1		
Профил14	0	2	1	1	0	3		
Профил15	1	0	0	1	1	0		
Профил16	2	2	0	2	1	0		

Надолжно / Longitudinal

14

4

5

6

Лево /Left

Десно/Right

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „Никола Карев“

по стационажа: 0,0 – 0,2584km

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: планограф

дата на мерење: јуни 2014

Табела28. Мерење на надолжна рамност

Table 28. Measured longitudinal flatness

Стационажа / Station	НАДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION								ПОЛОЖБА ВО ОДНОС НА УЛИЦАТА / POSITION REGARDING THE STREET
Профил/Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	
Профил 0 = Км 0,0000									Почеток на улицата е од нас.Визбегово и оди кон нас. Чаир / Start point of the street is from Vizbegovo trough to Cair
Км 0,0128			4,1						
Км 0,0157	5,3								
Км 0,0301		4,3							
Км 0,0344	6,4								приказ на осовините на движење на ПЛАНОГРАФОТ / Display of axes of motion on PLANOGRAF
Км 0,0352	4,3								
Км 0,0385		5,3							
Км 0,0434	5,3								
Км 0,0439	4,1								1 2 3 4 5 6 7 8 Подолжно По стационажа на км. / Longitudinal By station on km
Км 0,0522								14,	
Км 0,0543	4,2								
Км 0,0585	5,7								
Км 0,0624				4,7					Лево/Left Десно/Right
Км 0,0628				6,2					
Км 0,0635				5,4					
Км 0,0641				8,0					
Км 0,0647				5,8					
Км 0,0652				4,8					
Км 0,0707		4,7							
Км 0,0769	6,3								
Км 0,0805								14,	
Км 0,0876			4,5						
Км 0,0883			4,3						
Км 0,0890			4,2						
Км 0,0908		4,3							
Км 0,0934					4,4				
Км 0,0935			4,2						
Км 0,0941					4,8				
Км 0,0948					4,9				

Стационжа /Station	НАДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION								ПОЛОЖБА ВО ОДНОС НА УЛИЦАТА / POSITION REGARDING THE STREET
Профил/Profile	1	2	3	4	5	6	7	8	
Км 0,0951					5,4				приказ на осовините на движење на ПЛАНОГРАФОТ / Display of axes of motion on PLANOGRAPH
Км 0,1065		5,8							
Км 0,1068		5,3							
Км 0,1069			4,3						
Км 0,1077		4,6							
Км 0,1109		4,7							
Км 0,1115		4,2							
Км 0,1153	6,8								
Км 0,1167			4,9						
Км 0,1188		4,8							
Км 0,1193		4,1							
Км 0,1203	4,1								
Км 0,1204									
Км 0,1225		4,2							
Км 0,1257			4,6						
Км 0,1283			4,3						
Км 0,1311	4,6								
Км 0,1325						18,			
Км 0,1350		5,1							
Км 0,1357		4,3							
Км 0,1366		5,9							
Км 0,1372		4,2							1 2 3 4 5 6 7
Км 0,1379					5,2				
Км 0,1392					6,2				
Км 0,1422	4,1								
Км 0,1434	5,5								
Км 0,1435		4,1							
Км 0,1439	4,1								
Км 0,1448		4,1							
Км 0,1622		8,2							
Км 0,1623	4,9								
Км 0,1733			5,3						
Км 0,1784		4,3							
Км 0,1797	6,4								
Км 0,1927		4,5							
Км 0,1936	4,9								
Км 0,2010					8,4				
Км 0,2094				5,6					
Км 0,2584				4,8					

1 2 3 4 5 6 7

Надолжно
По стационата на км. /

Longitudinal
By station on km

Лево/Left Десно/Right

ОБЈЕКТ: Крстосница „Момин поток“ – Скопје

улица: „8-ми Септември“

по стационажа: 0,0 – 0,1156km

тип на асфалт: АБ 22 с

мерен инструмент: планограф

дата на мерење: јуни 2014

Табела 29. Мерење на надолжна рамност

Table 29. Measured longitudinal flatness

Стационажа / Station	НАДОЛЖНО ОТСТАПУВАЊЕ (мм) / LONGITUDINAL DECLINATION							ПОЛОЖБА ВО ОДНОС НА УЛИЦАТА / POSITION REGARDING THE STREET
Профил/Profile	1	2	3	4	5	6	7	
Профил 1 = Км 0,0000								Почеток на улица на самата крстосница / Startpointofthestreeton the crossroad
Км 0,0013						5.0		
Км 0,0059	8.9							
Км 0,0065			5.7					приказ на осовините на движење на ПЛАНОГРАФOT/ Display of axes of motion on PLANOGRAPH 1 2 3 4 5 6 7 Надолжно По стационажа на км. / Longitudinal By station on km <div>Лево/Left Десно/Right</div>
Км 0,0129		5.7						
Км 0,0225				4.1				
Км 0,0249							5.4	
Км 0,0290				4.2				
Км 0,0308							6.2	
Км 0,0313						4.3		
Км 0,0324							4.1	
Км 0,0342			8.1					
Км 0,0359				4.9				
Км 0,0374							4.1	
Км 0,0383							4.7	
Км 0,0407			4.2					
Км 0,0416				5.2				
Км 0,0455	5.0							
Км 0,0490	8.7							
Км 0,0513				6.7				
Км 0,0521						4.9		
Км 0,0530						4.2	4.7	
Км 0,0566						4.1		
Км 0,0598			4.1	6.1				
Км 0,0669					6.4			
Км 0,0682				4.6				
Км 0,0691							5.4	
Км 0,0692						5.6		
Км 0,0714					4.5			
Км 0,0717		4.1						
Км 0,0723		4.1						

Стационажа / Station	НАДОЛЖНО ОТСТАПУВАЊЕ (мм)/ LONGITUDINAL DECLINATION							ПОЛОЖБА ВО ОДНОСНА УЛИЦАТА / POSITION REGARDING THE STREET
	1	2	3	4	5	6	7	<p>приказ на осовините на движење на ПЛАНОГРАФОТ/ Display of axes of motion on PLANOGRAPH 1 2 3 4 5 6 7</p> <p>Надолжно По стацио̀нажа на км. / Longitudinal By station on km</p> <p>Лево/Left Десно/Right</p>
Км 0,0731		4.9						
Км 0,0737		4.5						
Км 0,0777						4.7		
Км 0,0798			7.4					
Км 0,0809				9.0				
Км 0,0823	11. 7							
Км 0,0871	5.7							
Км 0,0918			7.4					
Км 0,0922							7.4	
Км 0,0924				6.4				
Км 0,0936	4.2							
Км 0,0939		8.0						
Км 0,0944	5.0							
Км 0,0968	5.2							
Км 0,0979							5.3	
Км 0,0984							4.1	
Км 0,0992					7.1			
Км 0,0999							5.3	
Км 0,1005	4.2					4.2		
Км 0,1013							6.3	
Км 0,1016		8.8						
Км 0,1017	4.7							
Км 0,1053			4.6					
Км 0,1060				5.3				
Км 0,1066		11.2						
Км 0,1083	9.6							
Км 0,1156	4.4							

8.3. Извештај за квалитет на произведена и вградена асфалтна мешавина и измерена рамност на асфалтната конструкција [3]



ГД „ГРАНИТ“ АД – Скопје, ОЕ Лабораторија

ул.Братфордска бр.2 Скопје, Р.Македонија

☎ / Fax +389 2 3083 403; 2 3083 404; 2 3083 406

E-mail: laboratorija@granit.com.mk



APX-10

Објект: Раскрсница Момин Поток

БРАНЕЖНО ДРУШТВО
ГРАНИТ АД
20
бр. 08-1716
31.10.2008 год.
СКОПЈЕ

ИЗВЕШТАЈ

ЗА КВАЛИТЕТ НА ПРОИЗВЕДЕНА И ВГРАДЕНА АСФАЛТНА МЕШАВИНА

СКОПЈЕ, Октомври 2008 год.





ГД „ГРАНИТ“ АД – Скопје, ОЕ Лабораторија

ул.Братфордска бр.2 Скопје, Р.Македонија

☎ / Fax +389 2 3083 403; 2 3083 404; 2 3083 406

E-mail: laboratorija@granit.com.mk



Објект: Раскрсница Момин Поток

ИЗВЕШТАЈ


ЗА КВАЛИТЕТ НА ПРОИЗВЕДЕНА И ВГРАДЕНА АСФАЛТНА МЕШАВИНА

Испитал:


Јован Митревски, град.тех.

/Самостоен испитувач /

Составил:


Марјана Топаловска Ангелевска, дипл.град.инж.

/Самостоен истражувач/

ДИРЕКТОР



Орце Мангаровски, дипл.град.инж.

1.0 ОПШТ ДЕЛ

На објектот Раскрсница Момин Поток, Изведувачот ГД “Гранит” ОЕ IX градилиште – Скопје, ги изведе асфалтните слоеви, битуменизиран носив слој БНС 32сА со полимер битумен и абечки слој АБ 22с со полимер битумен. Пред почетокот на асфалтните работи, Изведувачот преку својата лабораторија изготви извештаи за претходен состав, т.е. рецептури за производство на асфалтните мешавини:

- рецептура за БНС 32сА – полимер од 07.10.2008 год. бр. 08-1550,
- рецептура за АБ 22с - полимер од 07.10.2008 год. бр. 08-1551.

Како составен дел на рецептурите доставени се сертификати за агрегатот, филерот од каменолом “Бразда” и полимер битуменот производство на ГД “Гранит”.

На ден 14.10. и 19.10.2008 год. од страна на централната лабораторија на ГД “ГРАНИТ” а.д. Скопје извадени се непореметени проби од готов коловоз и извршени се контролни испитувања на вградените асфалтни мешавини, мерење на постигнатата рамност, како и контрола на производството на асфалтните мешавини на асфалтната база.

2.0 ТЕКОВНИ ИСПИТУВАЊА

2.1 Испитувања на свежо произведената асфалтна мешавина

Производството на асфалтните мешавини БНС 32сА и АБ 22с е извршено на асфалтната база Лепенец со капацитет од 150 тони/час, лоцирана во близина на Скопје.

За тековна контрола на производството земени се проби од свежа асфалтна мешавина на асфалтната база, согласно важечките стандарди. Сите добиени резултати од испитувањето на свежа асфалтна мешавина се дадени во прилог на овој извештај, во образците “Карактеристики на асфалтна мешавина”.

Гранулометрискиот состав на дозволените отстапувања кај сите поединечни проби е во граници на дозволените отстапувања од усвоениот работен состав, согласно важечките стандарди.

2.2 Контрола на вградените асфалтни мешавини

Контролата на вградените асфалтни мешавини вршена е согласно важечките МК стандарди (МКС У.Е9.021 и МКС У.Е4.014) и за таа цел извадени се осум непореметени проби од готов коловоз. Локацијата на испитните места е одредена од страна на контролната лабораторија.

Добиените резултати од испитувањето на пробите од готов коловоз дадени се во табелите 1 и 2, и во образците “Карактеристики на асфалтна мешавина”.

Постигнатата рамност на вградените асфалтните слоеви е мерена со стандардна четри метарска летва, а добиените резултати се дадени во прилог на овој Извештај.

Забелешка: Попречно отстапување на вградениот асфалтен слој се констатира на две места:

- На подолжниот спој (во делот на раскрсницата – островото на профил 7, 8 и 9) од лентата за исклучување од ул. “Никола Карев” према ул. “8^{ми} Септември” и лентата во правец од ул. “Никола Карев”, во ширина од 1 м, поради непостигната потполна нивелација на двете сообраќајни ленти, асфалтирани во два дена.

- Од профил 18 до профил 27 на ул. “Никола Карев” поради несоодветно нивелирање на попречниот пад на пеглата на финишерот.

БНС 32сА - полимер Табела 1. Физичко механички својства на битуменизиран носив слој

Број на проба	ЛАБОРАТОРИ СКИ ПРОБИ		ГОТОВ КОЛОВОЗ				СПЕЦИФИКАЦИЈА МКС У.Е9.021		
	Мах. специ. маса (kg/m ³)	Запре. маса (kg/m ³)	d (мм)	Запре. маса (kg/m ³)	Збиеност (%)	Шуплини (%)	d проек. (мм)	Шуплини (%)	Збиеност (%)
1 – втор слој ул.“8-ми Септември” (проширување) профил 5+2,5м, десно, 1м од ивица	2588	2433	67	2345	100,1	5,9	70	3 - 9	min 98%
1’ – прв слој ул.“8-ми Септември” (проширување) профил 5+2,5м, десно, 1м од ивица		2431	124	2393	98,4	7,5			
2 ул.“Никола Карев” профил 25-1м, лево, 2м од ивица		2431	88	2444	100,5	5,6			
3 ул.“Никола Карев” профил 7+5м, лево, 1,5м од ивица		2431	64	2447	100,7	5,4			

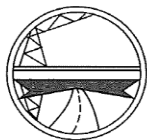
АБ 22с - полимер Табела 2. Физичко механички својства на абечки слој

Број на проба	ЛАБОРАТОРИ СКИ ПРОБИ		ГОТОВ КОЛОВОЗ				СПЕЦИФИКАЦИЈА МКС У.Е4.014		
	Мах. специ. маса (kg/m ³)	Запре. маса (kg/m ³)	d (мм)	Запре. маса (kg/m ³)	Збиеност (%)	Шуплини (%)	d проек. (мм)	Шуплини (%)	Збиеност (%)
1 ул.“8-ми Септември” профил 7, десно, 3м од ивица	2540	2401	69	2437	101,5	4,1	60	2.5 – 7.0	min 97%
2 ул.“8-ми Септември” профил 13, десно	2540	2401	53	2367	98,6	6,8			
3 лента за исклуч. од ул.“Никола Карев” према ул. “8-ми Септември” профил 6, десно, 2м од ивица	2538	2404	74	2406	100,1	5,2			
4 лента за вклуч. од ул. “8-ми Септември” према ул.“Никола Карев” профил 20, десно, 1,5м од ивица	2540	2401	48	2399	99,9	5,6	-		

Забелешка: Дебелината на пробата бр. 4 извадена од лентата за вклучување на ул. “Никола Карев” профил 20, десно, 1,5м од ивица е во согласност со предвиденото усогласување на проектираната нивелета.

ЗАКЛУЧОК

Врз основа на добиените резултати од извршените испитувања на свежо произведената и вградена асфалтна мешавина, констатираме дека изведените битуменизиран носив слој БНС 32сА и абечки слој АБ 22с ги задоволуваат критериумите за квалитет, т.е. физичко – механичките својства пропишани со важечки стандарди МКС У.Е9.021 и МКС У.Е4.014.



ГД „ГРАНИТ“ АД – Скопје, ОЕ Лабораторија

ул.Братфордска бр.2 Скопје, Р.Македонија

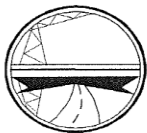
☎ / Fax +389 2 3083 403; 2 3083 404; 2 3083 406

E-mail: laboratorija@granit.com.mk



ПРИЛОГ

КАРАКТЕРИСТИКИ НА АСФАЛТНА МЕШАВИНА



Г.Д."ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

☎/Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail:laboratorija@granit.com.mk

КАРАКТЕРИСТИКИ НА АСФАЛТНА МЕШАВИНА

ОБЈЕКТ: Реконструкција на раскрсница Момин Поток

Место на изведба: Асфалтна база Лепенец

Слој на коловозот: БНС 32сА

Дата на испитување: 09.10.2008

Температура на мешавина

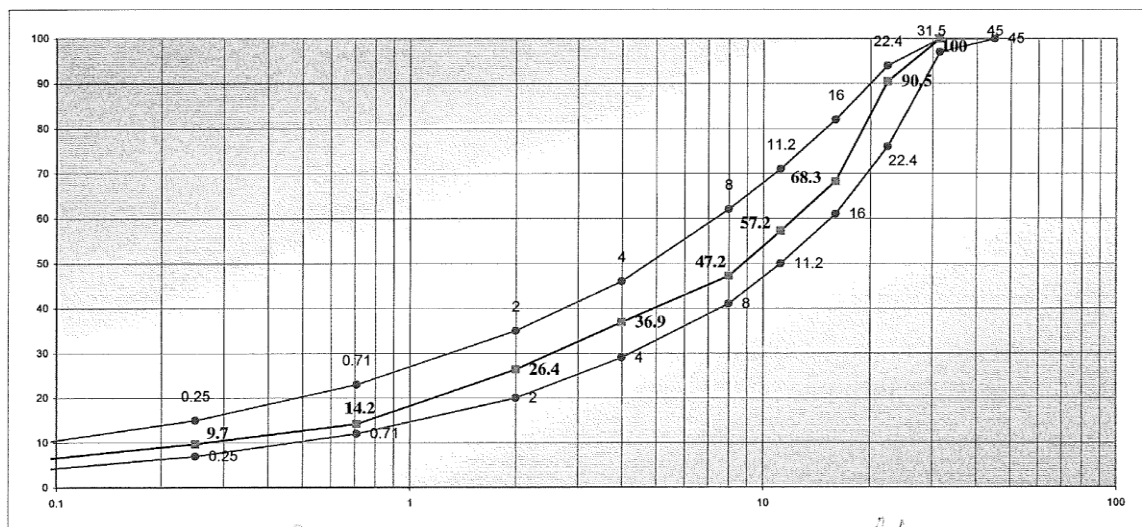
На база 155 °C

На место на вградување

Лабораториски испитувања							Теренски испитувања				
Проба бр.	Стабилн. Marshall	Течење Marshall	Вкупни шуплини	Исполн. шуплини	Запрем. маса	Макс. специфич. маса	Профил	Збиеност	Запреминаска маса	Дебелина	Шуплини
	(KN)	(mm)	(%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(km)	(%)	(kg/m ³)	(mm)	(%)
1	11.9	4.4	5.8	61.1	2445	2595					
2	12.4	4.3	5.6	62.0	2449						
3	12.6	4.1	5.6	62.0	2449						
Средна вред.:	12.3	4.3	5.7	61.7	2448	2595					

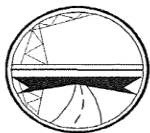
Екстракција:

Процент на битумен: 3.8%



Испитал: ICy

Проверил: ICy



Г.Д."ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

☎/Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail:laboratorija@granit.com.mk

КАРАКТЕРИСТИКИ НА АСФАЛТНА МЕШАВИНА

ОБЈЕКТ: Реконструкција на раскрсница Момин Поток

Место на изведба: Асфалтна база Лепенец

Слој на коловозот: БНС 32сА

Дата на испитување: 10.10.2008

Температура на мешавина

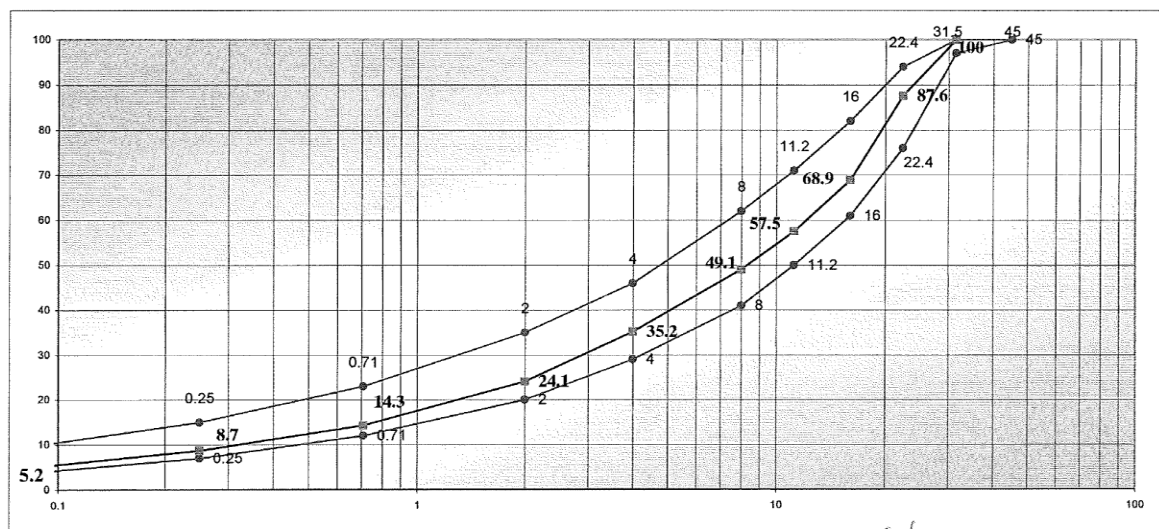
На база 153 °C

На место на вградување _____

Лабораториски испитувања							Теренски испитувања				
Проба бр.	Стабилн. Marshall	Течење Marshall	Вкупни шуплини	Исполн. шуплини	Запрем. маса	Макс. специфич. маса	Профил	Збиеност	Запремнинаска маса	Дебелина	Шуплини
	(KN)	(mm)	(%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(km)	(%)	(kg/m ³)	(mm)	(%)
1	10.8	4.7	6.7	56.0	2420	2595					
2	11.2	4.4	6.4	57.3	2429						
3	10.9	4.6	6.6	56.4	2423						
Средна вред:	11.0	4.6	6.6	56.6	2424	2595					

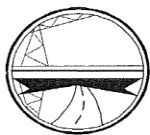
Екстракција:

Процент на битумен: **3.6%**



Испитал: clm

Проверил: lct



Г.Д."ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

☎/Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail:laboratorija@granit.com.mk

КАРАКТЕРИСТИКИ НА АСФАЛТНА МЕШАВИНА

ОБЈЕКТ: Реконструкција на раскрсница Момин Поток

Место на изведба: Асфалтна база Лепенец

Слој на коловозот: БНС 32сА

Дата на испитување: 11.10.2008

Температура на мешавина

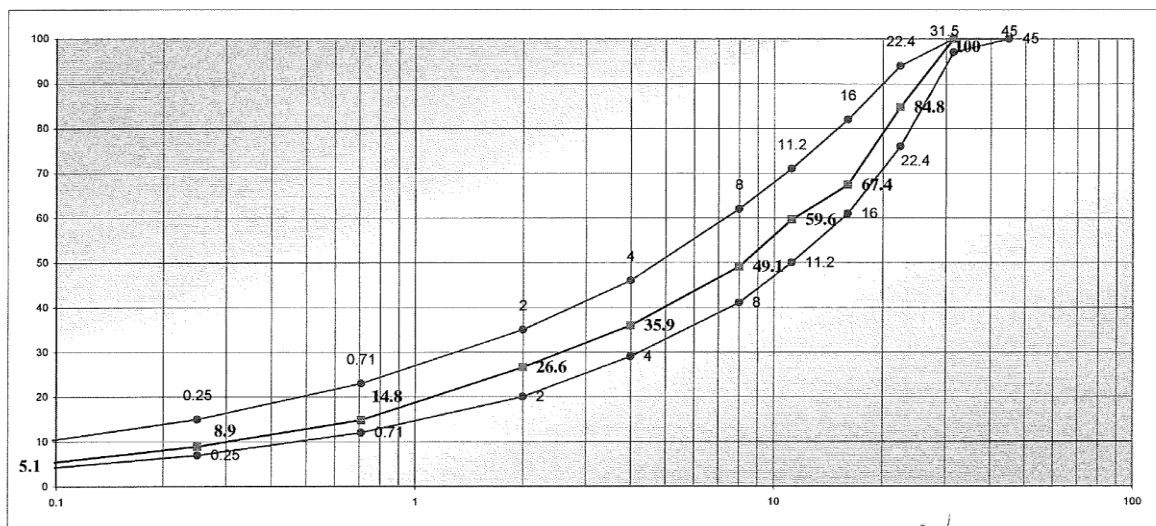
На база 173 °C

На место на вградување 165 °C

Лабораториски испитувања							Теренски испитувања				
Дроба бр.	Стабилн. Marshall	Течење Marshall	Вкупни шуплини	Исполн. шуплини	Запрем. маса	Макс. специфич. маса	Профил	Збиеност	Запрем. маса	Дебелина	Шуплини
	(KN)	(mm)	(%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(km)	(%)	(kg/m ³)	(mm)	(%)
1	11.5	4.2	6.1	60.5	2431	2588	пр. 5+2.5 м, десно, 1м од ивица, прв слој - ул. 8-ми Септември	98.4	2393	124.0	7.5
2	11.4	4.4	6.0	60.8	2433		пр. 25-1.0 м, лево, 2м од ивица, ул. Никола Карев	100.5	2444	88.0	5.6
3	11.1	4.6	6.1	60.3	2429		пр. 7+5 м, лево, 1.5м од ивица, ул. Никола Карев	100.7	2447	64.0	5.4
Средна вред.	11.3	4.4	6.1	60.5	2431	2588					

Екстракција:

Процент на битумен: **3.9%**



Испитал: clm

Проверил: clm

издание 1 - 2004/05/13

страна 5/11

☎/Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail:laboratorija@granit.com.mk

ОБЈЕКТ: Реконструкција на раскрсница Момин Поток

Слој на коловозот: БНС 32сА

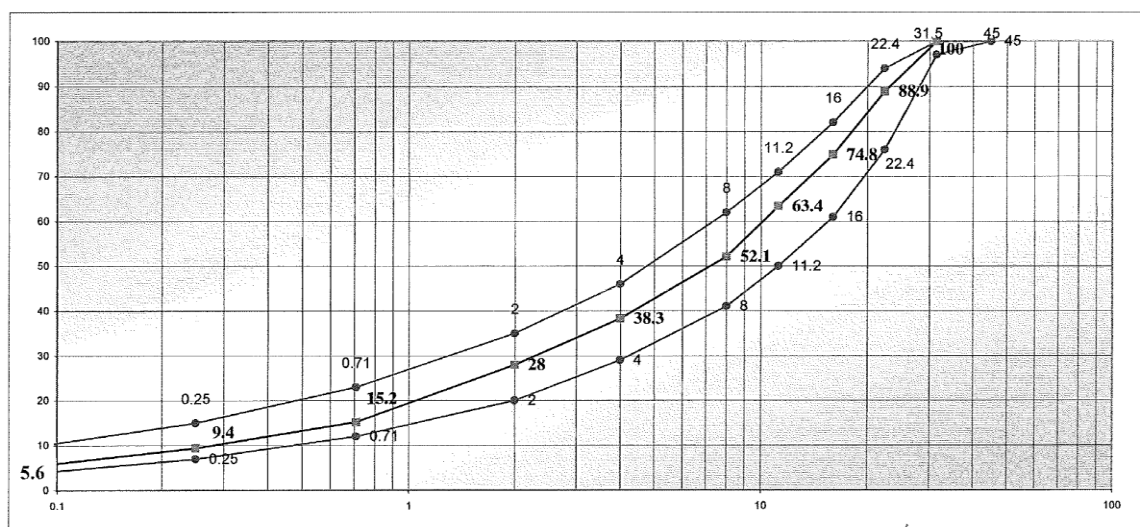
Стационажа: Проширување од улица 8^{-ми} Септември - втор слој, профил 5+2.5м, десно од ивица

Температура на мешавина

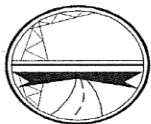
На место на вградување 165 °C

Лабораториски испитувања							Теренски испитувања				
Проба бр.	Стабилн. Marshall	Течење Marshall	Вкупни шуплини	Исполн. шуплини	Запрем. маса	Макс. специфич. маса	Профил	Збиеност	Запреминска маса	Дебелина	Шуплини
	(KN)	(mm)	(%)	(%)	(kg/m³)	(kg/m³)					
1	11.2	4.6	6.0	60.6	2432	2588	втор слој профил 5+2.5 м десно, 1м од ивица	100.1	2435	67.0	5.9
2	11.6	4.5	5.8	61.3	2437						
3	10.8	4.8	6.1	60.3	2429						
Средна вред.:	11.2	4.6	6.0	60.7	2433	2588					

Процент на битумен: 3.9%



Проверил:



Г.Д. "ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

☎/Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail: laboratorija@granit.com.mk

КАРАКТЕРИСТИКИ НА АСФАЛТНА МЕШАВИНА

ОБЈЕКТ: Реконструкција на раскрсница Момин Поток

Место на изведба: Асфалтна база Лепенец

Слој на коловозот: АБ 22с

Дата на испитување: 18.10.2008

Врска меѓу слоевите: одлична

Температура на мешавина

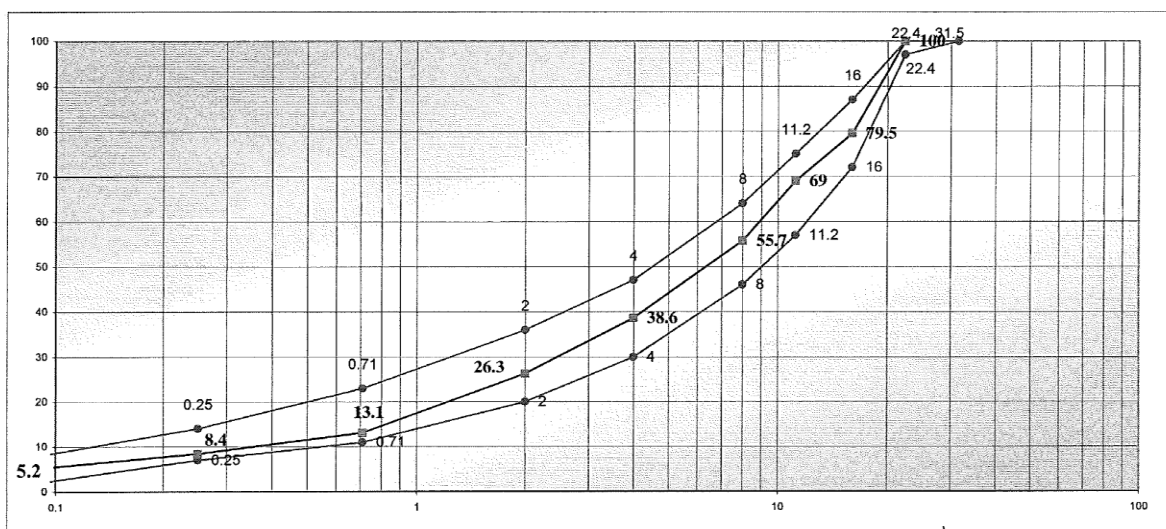
На база 175 °C

На место на вградување 168 °C

Лабораториски испитувања							Теренски испитувања				
Проба бр.	Стабилн. Marshall	Течење Marshall	Вкупни шуплини	Исполн. шуплини	Запрет. маса	Макс. специфич. маса	Профил	Збиеност	Запреминаска маса	Дебелина	Шуплини
	(KN)	(mm)	(%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(km)	(%)	(kg/m ³)	(mm)	(%)
1	10.4	3.8	5.3	69.0	2406	2540	ул. "8 ^{ма} Сеп", профил 7, десно 3м од ивица	101.5	2437	69.0	4.1
2	10.0	4.2	5.5	68.1	2400		ул. "8 ^{ма} Сеп", профил 13, десно	98.6	2367	52.0	6.8
3	10.0	4.1	5.7	67.3	2396		ул. "Н.Карев" - лента за вклуч., профил 20, десно, 1.5м од ивица	99.9	2399	48.0	5.6
Средна вред.:	10.1	4.0	5.5	68.1	2401	2540					

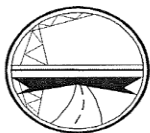
Екстракција:

Процент на битумен: 5.0%



Испитал: clv

Проверил: clv



Г.Д. "ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

☎/Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail:laboratorija@granit.com.mk

КАРАКТЕРИСТИКИ НА АСФАЛТНА МЕШАВИНА

ОБЈЕКТ: Реконструкција на раскрсница Момин Поток

Место на изведба: Асфалтна база Лепенец

Слој на коловозот: АБ 22с

Дата на испитување: 19.10.2008

Врска меѓу слоевите: одлична

Температура на мешавина

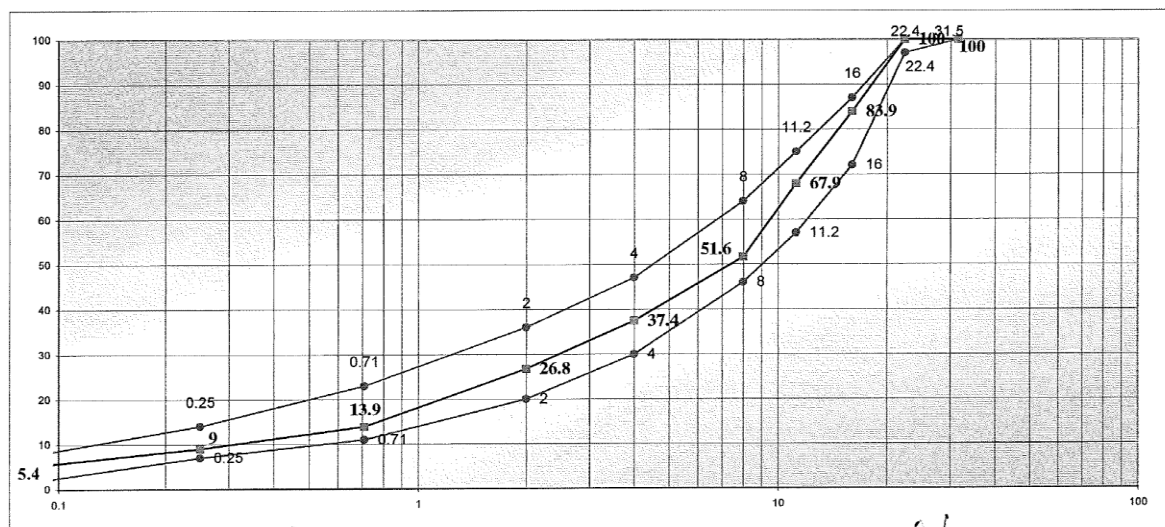
На база 176 °C

На место на вградување 169 °C

Лабораториски испитувања							Теренски испитувања				
Проба бр.	Стабилн. Marshall	Течење Marshall	Вкупни шуплини	Испол. шуплини	Запрем. маса	Макс. специфич. маса	Профил	Збиеност	Запремиска маса	Дебе- лина	Шуплини
	(KN)	(mm)	(%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(km)	(%)	(kg/m ³)	(mm)	(%)
1	10.2	3.9	5.3	69.4	2404	2538	Профил 6, десно, 2м од ивница, лента за исклу. од ул. Н.Карев према ул. 8-ми Септември	100.1	2406	74.0	5.201
2	10.5	4.2	5.1	70.2	2409						
3	10.0	4.0	5.4	68.9	2400						
Средна вред.:	10.2	4.0	5.3	69.5	2404	2538					

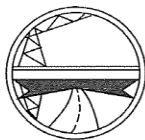
Екстракција:

Процент на битумен: 5.1%



Испитал:

Проверил:



ГД „ГРАНИТ“ АД – Скопје, ОЕ Лабораторија

ул.Братфордска бр.2 Скопје, Р.Македонија

☎ / Fax +389 2 3083 403; 2 3083 404; 2 3083 406

E-mail: laboratorija@granit.com.mk



ПРИЛОГ

МЕРЕЊЕ НА РАМНОСТ



Г.Д."ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

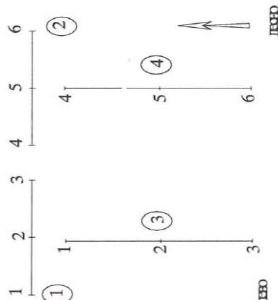
☎Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail: laboratorija@granit.com.mk

Ф 7.5/1-7А

МЕРЕЊЕ НА РАВНОСТ

ОБЈЕКТ: Раскреница Момин Поток СЛОЈ ОД КОДОВОЗ: АБ 22с - улица "8-ми Септември"

Табела 1

СТАЦИОНАЖА	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА																				ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА
	ПОПРЕЧНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм)										ПОДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Профил 2	0	0	0	0	0	0					0	0	0	2	1	2					
Профил 3	0	0	1	0	0	0					1	0	1	0	0	0					
Профил 4	1	0	0	0	1	0					0	0	0	2	4	1					
Профил 5	0	0	1	1	0	0					2	0	6	1	0	2					
Профил 6	2	0	1	0	5	1					2	0	1	0	0	2					
Профил 7	1	0	1	0	0	1					0	2	2	3	0	2					
Профил 8	0	1	1	1	0	1					0	8	1	2	3	0					
Профил 9	0	0	2	0	0	1					0	6	2	1	1	0					
Профил 10																					
Дилатација на мост	2	0	1	1	0	0					12	0	4	1	0	0					
Профил 11	0	2	0	0	1	0					1	0	0	2	0	1					
Профил 12	1	0	0	0	0	1					1	1	0	0	1	0					
Профил 13	1	1	0	1	0	0					0	1	0	0	1	0					
Профил 14	1	1	0	0	0	1					0	2	0	0	0	3					
Профил 15	0	0	1	0	3	0					1	0	0	0	1	0					
Профил 16	0	1	1	0	0	1					2	1	0	1	1	0					

ЛАБОРАТОРИЈА:
НАДЗОРЕН ОРГАН:

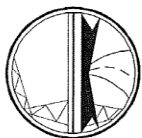
ИЗВЕДУВАЧ:

МЕСТО: Скопје

Дата: 19.10.2008

Издание 1 2005/06/14

страница 9/11



Г.Д. "ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

☎/Fax+389 2 3083 406; 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail:laboratorija@granit.com.mk

Ф 7.5/1-7А

МЕРЕЊЕ НА РАВНОСТ

ОБЈЕКТ: Раскренина Момин Поток СЛОГОДКОВОЗ: АБ 22с - улица "Никола Карев"

Табела 1

СТАЦИОНАЖА	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА																				ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА
	ПОПРЕЧНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм)										ПОДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Профил 0	0	0	0	0	1	0	0	1	0		0	0	0	0	9	3	0	1	4		
Профил 1	0	1	0	1	1	2	2	3	0		0	1	0	0	2	3	0	1	4		
Профил 2	0	0	1	0	4	1	1	0	1		1	0	2	0	0	1	1	0	2		
Профил 3	0	1	2	0	1	0	0	1	1		6	0	1	1	0	6	0	0	2		
Профил 4	0	3	0	1	0	2	10	0	1		3	0	0	0	0	3	1	0	0		
Профил 5	2	0	1	2	1	0	0	4	0		1	0	1	1	0	2	0	0	1		
Профил 6	0	0	0	0	1	4	0	4	1		0	0	0	0	2	0	1	0	2		
Профил 7	0	2	0	0	0	18	0	18	0		2	0	0	1	0	2	0	0	3		
Профил 8	1	0	2	0	0	5	0	20	0		0	3	0	0	3	1	0	2	1		
Профил 9	0	1	1	1	0	3	0	8	0		1	0	2	0	0	3	0	0	1		
Профил 10	1	0	0	1	0	1	/	/	/		1	0	1	2	0	0	/	/	/		
Профил 11	0	0	2	0	1	0	/	/	/		0	1	0	0	0	2	/	/	/		
Профил 12	2	0	0	2	0	1	/	/	/		1	2	0	0	2	1	/	/	/		
Профил 13	0	1	1	1	0	0	/	/	/		0	0	1	0	0	1	/	/	/		
Профил 14	0	3	1	0	3	0	/	/	/		0	1	0	0	1	0	/	/	/		
Профил 15	1	0	0	2	0	2	/	/	/		1	0	0	1	0	0	/	/	/		

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123

456

Пирену

Нитрану

123</

ЛАБОРАТОРИЈА:
НАДЗОРЕН ОРГАН:

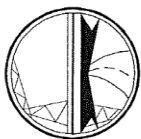
ИЗВЕДУВАЧ:

МЕСТО: Скопје

Дата: 19.10.2008

Издание 1 2005/06/14

страница 10/11



Г.Д. "ГРАНИТ" А.Д.-Скопје
О.Е.Лабораторија

☎/Fax+389 2 3083 406, 2 3083 404
+ 389 2 3083 403
E-mail: laboratorija@granit.com.mk

Ф 7.5/1-7А

МЕРЕЊЕ НА РАВНОСТ

ОБЈЕКТ: Раскрсница Момин Поток СЛОЈ ОД КОЛОВОЗ: АБ 22с - улица "Никола Карев"

Табела 1

СТАЦИОНАЖА	ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА																				ПОЛОЖБА НА ЛЕТВАТА
	ПОПРЕЧНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм)										ПОДОЛЖНО ОДСТАПУВАЊЕ (мм)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Профил 16	0	0	1	0	0	1	0	0	1		0	0	0	1	0	1	0	1	0		<div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div></div> <div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div></div> <div>дену</div> <div>дену</div> <div>Порно</div> <div>Натриво</div>
Профил 17	0	0	2	1	0	0	0	1	1		0	0	3	0	2	1	0	0	1		
Профил 18	0	0	6	0	0	12	1	0	0		0	2	3	0	0	3	0	2	0		
Профил 19	0	1	6	0	0	15	0	1	0		1	0	1	0	0	4	1	0	0		
Профил 20	0	0	2	1	2	0	2	0	0		0	0	2	0	1	2	0	2	1		
Профил 21	0	0	6	0	0	3	0	3	0		0	0	0	1	0	0	1	0	0		
Профил 22	2	0	6	0	2	0	1	0	2		0	0	3	1	0	1	0	2	0		
Профил 23	0	0	6	0	0	2	0	0	2		0	1	3	0	1	1	0	1	0		
Профил 24	0	0	6	0	1	3	1	0	3		1	0	2	1	0	0	1	0	0		
Профил 25	0	1	7	1	0	4	0	2	0		0	1	1	2	0	0	0	2	1		
Профил 26	0	0	3	2	0	1	2	0	1		1	0	1	0	1	1	0	2	0		
Профил 27	0	0	6	1	0	0	2	0	2		0	0	2	0	1	0	2	0	3		
Профил 28	0	0	4	0	0	8	0	3	1		0	1	1	2	0	2	0	1	0		
Профил 29	1	0	1	0	1	4	0	0	2		0	0	0	0	3	0	0	1	0		
Профил 30	2	0	2	0	0	3	1	0	1		1	0	0	0	1	0	1	1	0		
Профил 31	0	0	3	1	0	1	2	1	0		2	0	1	0	0	0	0	0	1		
Профил 32	1	0	2	1	2	0	0	0	3		0	1	1	0	1	0	1	0	0		
Профил 33	0	0	2	1	0	3	1	0	0		2	0	0	1	0	1	0	0	0		

ЛАБОРАТОРИЈА:
НАДЗОРЕН ОРГАН:

ИЗВЕДУВАЧ:

МЕСТО: Скопје

Дата: 19.10.2008

Издание 1 2005/06/14

страница 11/11

9.КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Авдовик О., (1998). Семинар: Услови на договорот (FIDIC) и технички услови за изградба на автопатиштата во Република Македонија – модели EIB и WB, тема: „Технички услови за изградба на коловозни конструкции со посебен осврт на примена на полимер-битумените“, Градежен факултет, Скопје.
- [2] Балкан Консалтинг. (2007). Главен проект за реконструкција на Крстосница „Момин поток“ , Бр. 1174 / Скопје.
- [3] Цветановић А. и Банић Б. (2007). Коловозне Конструкции, Београд,
- [4] ЕН Стандарди (EN Standards)
- [5] Извештај за квалитет на произведена и вградена асфалтна мешавина, Објект: Раскрсница Момин Поток (ГД„ГРАНИТ“ АД – Скопје, ОЕ Лабораторија, Број 08-1716, Скопје 2008)
- [6] Haibin , Z. Jun, C. Guochao, Q. Weiyu, P. and Yiewen, Y. Study of The Rutting Resistance of Asphalt Surfacing Mixtures (Proceedings of the 24thSouthern Transport African Transport Conference, Pretoria, July 2005, ISBN Number 1-920-01712-7)
- [7] Krakutovski, Z. Todorovski, Lj. Mijoski, G. Study and published book Recommendations for the development of road and rail infrastructure in the Republic of Macedonia („OHRID“ Institute for Economic Strategies and International Affairs, Skopje, June 2009, ISBN 978-9989-2812-9-7, COBISS.MK – ID 78378762)
- [8] Малетин М., (2009). Градежен факултет, Универзитет Београд, Планирање и проектирање саобраќанице у градовима.
- [9] Mazić B. (2007). Građevinski fakultet Univerziteta. Sarajevo. Asfaltne kolovozne konstrukcije: 119
- [10] Мијоски Г., (2012). ФПТН, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Предавање по предметот „Горен строј на патишта“.
- [11] Мијоски Г.: „Интегрален пристап кон оценката на атрибутите и индикаторите на возната површина“, Докторска дисертација, Градежен факултет – Скопје, Скопје 2010, 328 стр.
- [12] МК Стандарди

- [13] Moghaddam, T.B. Karim, M.R. and Abdelaziz, M. A. Review on fatigue and rutting performance of asphalt mixes (Scientific Research and Essays Vol. 6(4), Academic Journals, ISSN 1992-2248 © 2011)
- [14] Пут у сообраћај . (Јули-Август 1987). Часопис друштва за путеве СР Србије, Македоније, Црне Горе и САП Војводине.
- [15] Radojković Z., (1990) Građevinska knjiga, Beograd. Sistemi upravljanje kolovozima.
- [16] Резултати од извршените мерења на длабочината на колотрази, со оценка на мерена рамност. (Скопје, 2014)
- [17] Сопствени фотографии од извршеното мерење на состојбата на коловозната површина (Скопје, јуни 2014)
- [18] Ulf Isacsson and Xiaohu Li. (1999.). Characterization of bitumens modified with SEBS, EVA and EBA polymers. Journal of material science, No. 34,
- [19] World Road Association (PIARC). (1998). Technical Committee Flexible Roads (C8), Use of modified bituminous binders, special bitumens and bitumens with additives in pavement application, International workshop, Roma,
- [20] X. Lu. (1997). "On polymer modified road bitumens", Stockholm,
- [21] X. Lu, (1997) "Fundamental studies on Styrene – Butadiene – Styrene polymer modified road bitumens", Stockholm, American Society for Testing and Materials.
- [22] Xiaohu Li and Ulf Isacsson. (1997). Influence of styrene- butadiene – styrene (SBS) polymer modification on bitumen viscosity, Magazine "FUEL", Vol.76, Number 14/15
- [23] Xiaohu Li, Ulf Isacsson and Jonas Ekblad (1999), Phase Separation of SBS Polymer Modified Bitumens, Journal of materials in Civil Engineering.
- [24] The World Bank. Washington. <http://databank.worldbank.org>
- [25] Bureau of Transportation Statistics. <http://www.rita.dot.gov/bts/>
- [26] European Commission,2007 . <http://www.ec.europa.eu/>.